

UNIVERSIDADE DE LISBOA



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

O contributo de uma abordagem CTSA para o ensino dos temas “o amoníaco como matéria-prima” e o “amoníaco, a saúde e o ambiente”

Vanessa Figueiredo Pereira

Mestrado em Ensino de Física e Química para o 3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

O contributo de uma abordagem CTSA para o ensino dos temas “o amoníaco como matéria-prima” e o “amoníaco, a saúde e o ambiente”

Orientadora: Professora Doutora Mónica Baptista

Vanessa Figueiredo Pereira

Mestrado em Ensino de Física e Química para o 3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário

2012

Agradecimentos

Aos alunos, pelo empenho na elaboração das tarefas propostas e disponibilidade em participar neste trabalho.

À Professora Doutora Mónica Baptista que sempre esteve incondicionalmente disponível para me apoiar. Um muitíssimo obrigada pelos seus ensinamentos, sugestões, críticas e incentivo.

À Professora Dulce Campos por me ter ensinado a diferença entre “dar aulas” e ser Professora.

À Professora Doutora Manuela Rocha pelo apoio na fundamentação científica.

Aos colegas de mestrado: Marisa — companheira de tantos trabalhos e noites mal dormidas; Ana — o memorável trabalho de IIE, pois melhor, era impossível; Rute — o meu formulário matemático sempre à mão; Helena — para ti muitos “kiitos”; Isabel — que mesmo com poucas horas de sono nunca perde a sua energia e bom humor; Nuno — companheiro de estágio; Sónia — que preciosos apontamentos de física; e, claro, à nossa amiga “Dropbox”, com quem partilhámos tantos momentos.

À Helena Artur que se meteu nesta aventura comigo.

Ao Didier pelas “sugestões informáticas à Didier”.

À Ana Pina, thank you so much.

À Mãe, ao Jorge, ao António porque sempre me apoiaram o que me permitiu chegar até aqui.

À Fernanda e ao Fernando pela amizade, apoio e partilha de experiências.

Ao Valente pela companhia enquanto dormia as suas sesta em frente à minha secretária.

Ao Pedro por TUDO ...

Resumo

Este trabalho tem como finalidade conhecer de que modo as subunidades de ensino sobre os temas “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente”, baseadas no uso de tarefas que promovem uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), contribuem para o desenvolvimento das competências preconizadas no programa da disciplina. Pretende-se, desta forma, conhecer as estratégias que os alunos utilizam, identificar as dificuldades que enfrentam e descrever a avaliação que fazem do uso dessas tarefas.

O trabalho foi realizado numa turma do 11.º ano de escolaridade, do curso científico-humanístico de ciências e tecnologias. Foram lecionadas seis aulas, duas de 135 minutos e quatro de 90 minutos, relativas aos temas “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente”. Participaram neste trabalho 24 alunos, dez do sexo feminino e catorze do sexo masculino, com média de idades de dezasseis anos. A recolha de dados foi efetuada através de entrevistas em grupo focado, observação naturalista e documentos escritos.

Os resultados obtidos revelaram que os alunos usaram, como estratégias para a resolução das tarefas propostas, a pesquisa e seleção de informação, o trabalho de grupo e o uso de conceitos científicos. Os alunos sentiram dificuldades na mobilização das competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. No entanto, à medida que as tarefas foram sendo desenvolvidas os alunos foram superando as dificuldades enfrentadas. Os resultados mostraram, ainda, que os alunos avaliaram as tarefas como interessantes e promotoras de uma abordagem CTSA.

Palavras-chave: Abordagem CTSA, Ensino e Aprendizagem da “Síntese do Amoníaco”, Desenvolvimento de Competências, Literacia Científica.

Abstract

This study aims at describing how the subunits related with the topics “ammonia as raw material” and “ammonia, health and environment”, based on the use of tasks that promote an STSE approach (Science, Technology, Society and Environment), contribute to the development of competences recommended by the curricular orientations. The aim is thus to know the strategies that pupils use to identify the difficulties they face and to describe their assessment of the use of these tasks.

The study was conducted in a class of higher level scientific-humanistic course in Science and Technology, to which were taught six classes, two of 135 minutes and four of 90 minutes, concerning the topics “ammonia as raw material” and “ammonia, health and environment”. It involved 24 students, ten females and fourteen males with an average age of 16. Data collection was done through focus group interviews, naturalistic observation and written documents.

The results revealed that pupils used search and selection of information, group work and scientific concepts as strategies for solving the proposed tasks. Pupils had difficulty in mobilizing knowledge competences, reasoning, communication and attitudes. However, the students have overcome difficulties while performing the tasks. The results also showed that students rated the tasks as interesting and promoters of an STSE approach.

Keywords: STSE Approach, Teaching and Learning “Ammonia Synthesis”, Competences Developed, Scientific Literacy.

Índice Geral

Índice de Quadros	XI
Índice de Figuras	XII
CAPÍTULO I	
Introdução	1
<i>Organização do Trabalho</i>	3
CAPÍTULO II	
Enquadramento Teórico	5
<i>Educação em Ciência</i>	5
<i>Movimento CTS</i>	10
<i>Estratégias de Ensino e a Abordagem CTSA</i>	12
<i>Síntese</i>	22
CAPÍTULO III	
Proposta Didática	23
<i>Fundamentação Científica</i>	23
<i>Fundamentação Didática</i>	38
<i>Síntese</i>	51
CAPÍTULO IV	
Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados	53
<i>Método de Investigação</i>	53
<i>Participantes</i>	54
<i>Instrumentos de Recolha de Dados</i>	56
<i>Análise de Dados</i>	64
<i>Síntese</i>	67
CAPÍTULO V	
Resultados	69
<i>Estratégias Usadas pelos Alunos na Realização de Tarefas que Promovem uma Abordagem CTSA</i>	69
<i>Dificuldades que os Alunos Enfrentam na Realização das Tarefas</i>	76
<i>Avaliação dos Alunos Acerca das Tarefas Realizadas</i>	86
<i>Síntese</i>	91

CAPÍTULO VI

Discussão, Conclusões e Reflexão Final	93
<i>Discussão</i>	93
<i>Conclusão</i>	98
<i>Reflexão Final</i>	99
Referências Bibliográficas	101
Apêndices	107
<i>Apêndice A — Planificações das Aulas</i>	109
<i>Apêndice B — Recursos Educativos de Apoio às Aulas: Tarefas</i>	117
<i>Apêndice C — Instrumentos de Avaliação</i>	131
<i>Apêndice D — Cartas de Autorização</i>	143
<i>Apêndice E — Guião da Entrevista em Grupo Focado</i>	147

Índice de Quadros

Quadro 3.1	
Varição da constante de equilíbrio com a temperatura na reação de síntese do amoníaco a partir dos seus elementos constituintes	28
Quadro 3.2	
Esquema com momentos de aula e conteúdos a abordar	43
Quadro 3.3	
Competências mobilizadas por aula	46
Quadro 4.1	
Aproveitamento escolar dos participantes	55
Quadro 4.2	
Qualificação académica dos pais ou outros membros do agregado familiar	56
Quadro 4.3	
Categorias de análise respeitantes às estratégias usadas pelos alunos para realizar as tarefas que promovem uma abordagem CTSA	65
Quadro 4.4	
Categorias de análise respeitantes às dificuldades que os alunos enfrentam na realização das tarefas	66
Quadro 4.5	
Categorias de análise respeitantes à avaliação que os alunos fazem acerca das tarefas realizadas	60

Índice de Figuras

Figura 2.1	
Dimensões do trabalho investigativo	14
Figura 2.2	
Graus de abertura das tarefas de investigação	15
Figura 2.3	
Os quatro tipos de abordagem na comunicação nas aulas de ciência	17
Figura 3.1	
Ação catalítica na síntese industrial do amoníaco	30
Figura 3.2	
Representação esquemática do processo de Haber — Bosch	31
Figura 3.3	
Representação esquemática de um cálculo massa-a-massa	35
Figura 3.4	
Esquema organizador das subunidades didáticas “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente”	40
Figura 4.1	
Distribuição da idade dos participantes	55

CAPÍTULO I

Introdução

Na sociedade contemporânea, cada vez mais, os assuntos que reclamam a nossa intervenção e decisão estão assentes em áreas, como por exemplo “a Física da energia e eletricidade, a Química do aço e do poliuretano, a Biologia dos antibióticos e dos contraceptivos” (Ziman, 1980, p. 13). Desta forma, a Ciência tem vindo a assumir uma componente cada vez mais importante nas nossas vivências diárias. Neste sentido, uma participação ativa e esclarecida dos jovens, nos assuntos da atualidade, implica uma educação científica. Não uma educação científica de cariz tradicional, centrada na transmissão de conceitos e nas suas interpretações (Martins, 2002), mas uma educação científica que se coadune com as exigências do atual sistema sócio-económico, capaz de proporcionar um nível de conhecimento que permita enfrentar o seu constante desafio (Ziman, 1980). O ensino das ciências deve, assim, “deixar a sua lógica de instrução científica de cariz internalista e passar a uma lógica de educação científica orientada para uma visão mais externalista e racionalista da Ciência” (Martins, 2002, p. 29).

A maioria da população utiliza os media como fonte fundamental para obtenção de conhecimento nos mais variados assuntos. O conhecimento científico não é uma exceção, segundo referem Nelkin e Lindee (1995 citados por Osborne, 2010), “para a maioria das pessoas a realidade da Ciência é o que leem na imprensa” (p. 62). Desta forma, a realidade que lhes é apresentada é tomada como a verdade acerca dos avanços científicos e tecnológicos e suas implicações para a sociedade (Nelkin, 1995 citado por Reis, 2006). Contudo, a

informação que nos chega através dos media requer uma análise crítica (Reis, 2006), pois muitas vezes esta é “sensacionalista, pouco rigorosa” (Neklin, 1995; Reis 2004; Santos & Valente, 1997 citados por Reis, 2006, p. 179) e tendenciosa. Ao não dotarmos os nossos alunos — voz ativa da nossa sociedade — dos conhecimentos fundamentais para uma consciência crítica capaz de identificar e gerir o que lhes é proporcionado a ler, ver e escutar pelos media, corre-se o risco que a voz ativa no seu potencial seja utilizada e subjugada à ditadura de interesses menos nobres. O acesso à informação encontra-se mais facilitado do que nunca. No entanto, isso não significa que estejamos mais informados, pois a pesquisa, a seleção e a análise dessa informação requer conhecimentos. Não conhecimentos meramente substantivos e descontextualizados, mas conhecimentos acerca da Ciência e de como ela é praticada. Este conhecimento só será desenvolvido se os alunos tiveram oportunidades para ler, discutir e explorar as questões da Ciência e também da Tecnologia, no seu contexto social (Reis, 2006; Osborne, 2010).

Torna-se assim importante promover a literacia científica dos alunos, ajudando-os a ganhar a confiança e a independência intelectual necessárias a uma participação ativa, informada e responsável quando confrontados com os dilemas da Ciência e da Tecnologia na sociedade (Osborne, 2010).

O contexto em que a Ciência é vivida na sociedade atual, colocou a literacia científica no âmago dos atuais currículos — o que fazer para lá chegar? A resposta a esta questão, na atual abordagem do ensino das ciências, tem passado por um afastamento das estratégias tradicionais de ensino de conteúdos compartimentados, para uma aproximação a estratégias que valorizem a aquisição de competências, permitindo aplicar os conceitos aprendidos e compreendidos.

Este trabalho tem como finalidade conhecer qual o contributo do uso de tarefas que promovem uma abordagem CTSA no desenvolvimento de competências dos alunos, durante a aprendizagem das subunidades “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente” (Martins, Costa, Lopes, Magalhães, Simões & Simões, 2003, p. 7). Estas subunidades integram a unidade dedicada ao ensino do *Equilíbrio Químico*, no atual programa do 11.º ano de Física e Química A (Martins et al., 2003). Dentro desta problemática foram levantadas, como ponto de partida, as seguintes questões:

- Que estratégias usam os alunos para realizar as tarefas que promovem uma abordagem CTSA?
- Que dificuldades enfrentam os alunos na realização das tarefas?
- Que avaliação fazem os alunos acerca das tarefas realizadas?

Organização do Trabalho

O presente relatório está organizado em seis capítulos. No primeiro, faz-se uma introdução ao trabalho, apresentado-se a sua problemática e as questões que o orientam. No segundo capítulo, realiza-se o enquadramento teórico, abordando-se a educação em ciência, o movimento CTSA e as estratégias de ensino valorizadas pela abordagem CTSA, nomeadamente o ensino por investigação e a discussão. No terceiro capítulo, apresenta-se a proposta didática. Este encontra-se dividido em duas secções, a fundamentação científica e a fundamentação didática. Na primeira, são abordados os conteúdos científicos relevantes para ensino das subunidades lecionadas. Na segunda, realiza-se o enquadramento curricular, apresenta-se a organização da proposta, descrevem-se as aulas e as tarefas, e refere-se avaliação a utilizar. No quarto capítulo, dedicado aos métodos e instrumentos de recolha de dados, descreve-se o método de investigação, caracterizam-se os participantes, apresentam-se os

instrumentos de recolha de dados e procede-se à sua análise. No quinto capítulo, são apresentados os resultados para cada uma das questões orientadoras deste trabalho. Por último, no sexto capítulo, discutem-se os resultados, apresentam-se as conclusões e faz-se uma reflexão final sobre a importância deste trabalho para prática profissional.

CAPÍTULO II

Enquadramento Teórico

Educação em Ciência

A educação científica foi introduzida no currículo escolar no século XIX, tanto na Europa como nos EUA, em parte devido à comunidade científica da altura que defendia que para além da ciência promover um elevado treino intelectual, providenciava uma atitude de independência no ato de julgar, dotava o indivíduo de defesas contra o autoritarismo, permitindo-lhe participar de forma mais ativa numa sociedade democrática (DeBoer, 2000).

Durante o início do século XX, a educação em ciência era justificada, cada vez mais, com base na sua relevância para a vida contemporânea e na sua contribuição de partilha do conhecimento acerca do mundo a toda a sociedade. Em 1920 a *National Education Association* (NEA), nos EUA, reforça a ideia de preparar o indivíduo para ser eficaz na sociedade e, referindo-se especificamente à ciência, salienta o papel dos conhecimentos científicos na vida quotidiana (DeBoer, 2000).

Até à década de 30, sobretudo nos EUA, deu-se relevância a uma educação científica aberta a toda a sociedade que privilegiava uma aplicação prática da mesma às questões da vida quotidiana, considerando-se que “o desafio do ensino da Ciência era (...) encontrar um equilíbrio entre o conhecimento do mundo natural e o pensamento científico e a utilidade da Ciência para uma vida quotidiana” (DeBoer, 2000, p. 584).

No período do pós-guerra verificou-se alguma instabilidade no que respeita à definição de objetivos para o ensino das ciências. Se por um lado a sociedade tomava consciência dos perigos que a Ciência e Tecnologia podiam constituir para o planeta e para a humanidade, o que originou movimentos anti-ciência, por outro, tornava-se evidente que a evolução e o domínio da Ciência constituíam um novo poder, sendo necessário uma sociedade que dominasse a atividade científica (DeBoer, 2000).

Com o lançamento do satélite Russo *Sputnik*, em 1957, fica cada vez mais clara, sobretudo nos EUA, a importância estratégica de uma sociedade que domine o conhecimento científico, o que se reflete nas propostas, de 1960, da *National Society for the Study of Education* (NSSE) que defendem que a educação em ciência deveria ser direcionada de forma a produzir cidadãos que compreendessem ciência e se sentissem familiarizados com o trabalho dos cientistas. É neste contexto que os currículos da década de 60 vêm colocar a sua ênfase no conhecimento disciplinar e na valorização dos conteúdos, desprezando a aplicação da ciência à vida quotidiana (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006) e a um ensino das ciências mais abrangente, capaz de criar uma força cultural preparada para intervir na sociedade de forma inteligente e informada (DeBoer, 2000).

Nas décadas de 70 e 80, os neoprogressistas assumiram uma posição diferente às reformas levadas a cabo nos anos 50 e 60. Essa posição privilegiava sobretudo métodos de ensino mais gerais que permitiam uma aplicação a um leque mais vasto de problemas (DeBoer, 2000). É então a partir do final dos anos 80 que os objetivos do ensino das ciências passaram a incluir uma compreensão dos conteúdos científicos, bem como o seu valor intelectual, cultural e disciplinar, a sua aplicação às decisões do quotidiano e à resolução de problemas. Neste contexto surge no início da década de 90, sobretudo nos EUA e no Reino Unido, o slogan *ciência para todos* (Frazer, 1986; Hodson & Reid, 1988 citados por Galvão et al., 2006). A tendência passava então de uma

abordagem compartimentada de conteúdos científicos para uma abordagem que oferecesse, aos alunos, a oportunidade de adquirirem competências na resolução de problemas científicos, de forma a poderem investigar questões pessoais e sociais, tornando-os cidadãos participativos numa sociedade democrática (DeBoer, 2000). É também nesta década que as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade começam a emergir nos currículos das ciências (Galvão et al., 2006). Mais tarde, no final da década de 90, vêm juntar-se a esta dimensão as preocupações ambientais, “decorrentes do acelerado desenvolvimento tecnológico” (Galvão et al., 2006, p. 34).

A sociedade contemporânea vem, por sua vez, lançar novos desafios ao ensino das ciências. Assiste-se, na entrada do novo milénio, a uma mutação na natureza da Ciência. Esta torna-se holística, desvanecendo a barreira entre as ciências naturais e sociais. A investigação científica passou a centrar-se mais nos “aspectos funcionais da Ciência/Tecnologia, como por exemplo: no bem-estar humano, no desenvolvimento económico, no progresso social e na qualidade de vida” (Hurd, 1997, p. 409). Desta forma, as equipas de investigação passaram de equipas unidisciplinares para equipas interdisciplinares (Spiegel-Rösing & Price, 1977 citado por Hurd, 1997) ficando mais próximas dos problemas da Ciência/Sociedade (Hurd, 1997).

Atualmente, o facto de “60% da investigação ser realizada na indústria e apenas 35% nas universidades” (Hurd, 1997, p. 410) reclama uma aplicação comercial da mesma. A transição da Ciência, do laboratório para realidade e para o quotidiano, requer um repensar do ensino das ciências no sentido de promover “competência cívica, para um pensar racional acerca da relação da Ciência com as questões pessoais, sociais, políticas e económicas” (Hurd, 1997, p. 410), ou seja, requer a promoção da literacia científica.

Para DeBoer (2000) e Hurd (1997), promover a literacia científica implica uma compreensão ampla e funcional da Ciência para uma educação geral, e não apenas uma preparação para carreiras científicas ou técnicas, sendo o seu objetivo principal que o cidadão aprenda sobre ciência e que desenvolva responsabilidade social. Muitos dos problemas onde o cidadão é chamado a intervir, numa sociedade cada vez mais tecnológica, são caracterizados por:

a) terem uma base científica; b) envolverem novas tecnologias poderosas com efeitos a longo prazo e imprevisíveis; c) requerem uma análise que exige sofisticadas tecnologias de processamento de informação, incluindo d) análise de custo benefício com valores éticos e sociais implícitos, e e) envolverem dados que não estão à disposição do público, porque são classificados ou simplesmente afastados do público ou distorcidos por elites tecnocratas (Waks, 1995 citado por Sequeira, 2004b, p. 190).

Para que se possa estar envolvido numa participação cívica mais ativa, torna-se fundamental a promoção da literacia científica, mais que a transmissão dos conteúdos científicos, pois “o que é importante é que todos tenham a oportunidade de aprender o suficiente para não serem excluídos desta dimensão da experiência moderna” (DeBoer, 2000, p. 596). Para Hurd (1997) o movimento CTS promove uma abordagem para reinventar os currículos do ensino das ciências, permitindo o desenvolvimento de currículos mais vividos e onde os alunos se sintam mais envolvidos.

Em Portugal, durante a década de 40, o ensino da Física e da Química era pautado essencialmente por duas vertentes, uma que realçava as aplicações da Ciência às questões do quotidiano, a outra, a importância do ensino experimental a ser concretizado através de demonstrações (Galvão et al., 2006). No programa da Física era mencionada a criação de “possibilidades à utilização do conhecimento científico da compreensão dos fenómenos, objetos e acontecimentos com importância para o dia a dia” (Galvão et al., 2006, p. 37). Por sua vez, o programa da Química “dava ênfase ao estudo das substâncias

usadas no quotidiano” (Galvão et al., 2006, p. 37). Esta perspectiva começa a ser questionada, nos anos 60, da mesma forma que os EUA o tinham feito na década de 50, com o pretexto de “iniciar os jovens na racionalidade científica”(Galvão et al., 2006, p. 27). Mais tarde, vem dar origem à reforma curricular dos anos 70. Como resultado desta reforma, surgem novos programas, no curso unificado geral, para ensino Física e da Química. Estes programas, à imagem do que se passou nos EUA nos anos 50, centram-se “na dimensão substantiva da Ciência (...) valorizando o domínio cognitivo” (Galvão et al., 2006, p. 38).

Nos anos 90, com a aplicação da Lei de Bases do Sistema Educativo de 1986, novos programas para o ensino da Física e da Química são postos em prática (Galvão et al., 2006). À luz das “tendências reformadoras que se fizeram sentir nos anos 80” (Galvão et al., 2006, p. 41), sobretudo nos EUA e Reino Unido, estes programas assumem um ensino temático, embora mais concretizado na componente da Física do que da Química, com o pressuposto de uma abordagem CTS. No entanto, deixam de fora “o papel ativo dos alunos na aprendizagem” (Galvão et al., 2006, p. 41).

Já no início do novo milénio, as profundas mudanças na sociedade reclamaram novas exigências por parte dos sistemas educativos (Fernandes, 2000). Neste contexto, foram introduzidas as revisões curriculares, atualmente em vigor, no ensino básico e secundário, sendo reclamada “uma maior articulação” (Ministério da Educação, 2003, p. 10) entre este dois níveis de ensino. Relativamente ao ensino das ciências, a atenção centrou-se na crescente necessidade de dotar os alunos de competências que lhes permitam mobilizar o seu conhecimento em situações concretas (Martins, Costa, Lopes, Magalhães, Simões & Simões, 2001). Procura-se que desenvolvam atitudes e valores que os tornem capazes de crescer pessoal e profissionalmente ao longo da vida (Martins et al., 2001). A promoção da literacia científica — “pedra basilar de uma cultura científica” (Martins et al., 2001, p. 4) — assume lugar de destaque.

Para a sua aplicação é defendida uma abordagem que interligue a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Esta abordagem, segundo Freire e Galvão (2004), “apresenta aos alunos uma imagem da Ciência que reflete claramente o seu carácter social” (p. 2).

Movimento CTS

O movimento CTS surge na década de 60 e 70. Advém principalmente dos diversos desastres ecológicos, assim como de alguns desenvolvimentos tecnológicos aplicados em contextos de guerra que vinham tendo lugar. Manifesta-se num primeiro momento nas universidades dos EUA, “reivindicando uma consciencialização pública e um controlo social das inovações científicas e tecnológicas” (Cerezo & Sánchez Ron, 2001 citado por Fontes & Silva 2004, p. 26). O seu desenvolvimento experimentou diferentes moldes nos EUA e na Europa. Enquanto que os EUA lhe atribuíram um carácter mais prático, a Europa atribuiu-lhe um carácter mais académico (Fontes & Silva, 2004). Ao longo do tempo o movimento CTS foi adquirindo importância, iniciando a sua entrada nos sistemas educativos, tendo “estado na origem de diversas reformas de educação em ciência em vários países” (Fontes & Silva, 2004, p. 27). Quando na década de 80 chegou aos currículos do ensino das ciências, trouxe uma nova perspectiva às reformas curriculares dos anos 50 (Freire & Galvão, 2004; Freire, 2005).

Para Benett (2003) é clara a ligação da ciência à vida quotidiana como ponto de partida para a descoberta da mesma. Esta interação entre ciência e as experiências vividas, defendida pela abordagem CTS no ensino das ciências, implica, segundo Freire (2005) citando Aikenhead (1994) e Solomon (1994), um

saber olhar inteligentemente para o que nos rodeia, interpretar a Ciência e a Tecnologia como um empreendimento complexo e socialmente enraizado e desenvolver pensamento crítico, tomada de decisão e resolução de problemas. Pretende-se mostrar aos alunos que a ciência constitui uma atividade humana e social carregada de valores, crenças e convenções, situada num tempo histórico particular, contexto e cultura (p. 147).

Alguns estudos desenvolvidos evidenciam que a utilização de uma abordagem CTS, comparativamente a um ensino de cariz tradicional, permite aos alunos a) aprenderem os conceitos da ciência de forma efetiva (Bennett, 2003); b) perceberem a ligação entre os conceitos aprendidos e as situações do quotidiano, promovendo assim um maior gosto e interesse pela Ciência (Bennett, 2003; Fontes & Silva, 2004); c) compreenderem melhor as ideais e a natureza da Ciência (Bennett, 2003) e d) desenvolverem o pensamento crítico, “o pensamento lógico, a resolução de problemas e tomada de decisão” (Fontes & Silva, 2004, p. 40).

A abordagem CTS não se coaduna com o ensino mais tradicional das ciências, baseado na transmissão de conteúdos (Yager, 1996; Sequeira, 2004a), uma vez que requer um relacionamento de “conceitos multidisciplinares, exigindo não só capacidades de processamento de informação, mas também de desenvolvimento moral” (Sequeira, 2004a, p. 183). O apelo para repensar os currículos de ciência em Portugal, teve eco na última reestruturação curricular do ensino básico e secundário. Até aqui o sistema educativo português não contemplava esta preocupação, estando bastante centrado numa visão mais erudita da ciência (Fontes & Silva, 2004). Atualmente é visível a preocupação com a adequação do currículo do ensino das ciências a uma abordagem CTS. Neste sentido, o programa do ensino secundário de Física e Química sugere a importância de um ensino das ciências centrado em duas ideias principais: a) a interdisciplinariedade e b) as situações do quotidiano. A primeira está ligada à ideia da “compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade” (Martins

et al., 2001, p. 5), o que requer uma perspectiva holística das várias áreas disciplinares que por tradição são apresentadas de forma segmentada. Por sua vez, a segunda apela para a necessidade de se ir além da compreensão dos processos da Ciência e da Tecnologia, fazendo a sua ligação à Sociedade de forma a promover nos alunos uma atitude crítica e de valores em relação ao mundo que os rodeia (Martins et al., 2001).

Estratégias de Ensino e a Abordagem CTSA

Segundo Martins (2002) “é importante ensinar a saber enfrentar a evolução do conhecimento científico e tecnológico, em vez de ensinar apenas aquilo que já é conhecido” (p. 37). Aprender ciência, neste contexto, requer envolver os alunos em estratégias de ensino, como o ensino por investigação e discussão (Martins, 2002; Mortimer & Scott, 2003).

Ensino por Investigação

Monk e Dillon (1995) entendem investigação como uma atividade na qual os alunos utilizam os processos da ciência para adquirir novos conhecimentos. Desta forma, o envolvimento em tarefas de investigação proporciona aos alunos uma oportunidade para se envolverem com os processos da Ciência, combinando os seus conceitos com a sua compreensão. As tarefas de investigação, pela sua natureza, permitem um desenvolvimento gradual das competências. Não sendo estas tarefas de resolução imediata, o esforço exigido à sua compreensão e concretização será, por isso, mais profundo. Procura-se assim contribuir para aprendizagens mais significativas (Monk & Dillon, 1995; Tweed, 2009; Ponte, Quaresma & Branco, 2011), criando oportunidades aos alunos para raciocinar, discutir e construírem significados através dos conceitos aprendidos (Tweed, 2009).

Quando o ensino por investigação é aplicado ao contexto laboratorial, Leite (2001) defini-o como trabalho laboratorial de cariz investigativo. Esta estratégia afasta-se do conceito tradicional do trabalho laboratorial conduzido por um protocolo, em forma de receita, que os alunos devem seguir escrupulosamente (Leite, 2001). Aqui os alunos são confrontados com um problema — “preferencialmente gerado por eles” (Leite, 2001, p. 88) — que exige a realização de previsões, a planificação, a análise e confrontação de resultados e, por fim, a formulação de uma resposta que poderá ir ou não ao encontro das previsões iniciais (Leite, 2001; NRC, 2006 citados por Bybee, Taylor, Gardner, van Scotter, Powell, Westbrook & Landes 2006). Os dois pontos fundamentais nesta estratégia, segundo o NCR (2006) citado por Bybee et al. (2006), passam pela escolha de tarefas laboratoriais com base no que os alunos devem aprender e na interligação explícita a outras estratégias de aprendizagem. Ao contrário do trabalho laboratorial tradicional, o trabalho de cariz investigativo atinge com maior eficácia os objetivos do ensino das ciências, não fragmenta a aprendizagem, facilita a aprendizagem de conceitos, desenvolve o raciocínio, suscita o interesse pela Ciência (NRC, 2006 citado por Bybee et al., 2006) e evidencia a natureza do trabalho de investigação científica (Leite, 2001).

As tarefas de investigação, segundo alguns autores, podem-se distinguir das de exploração, considerando o grau de desafio que lhes é subjacente, ou seja, a tarefa de investigação, dada a sua maior indefinição ou abertura, constitui um maior desafio relativamente às tarefas de exploração (Monk & Dillon, 1995; Ponte et al., 2011). Ao contrário das tarefas de investigação, as de exploração “permitem um fácil envolvimento da generalidade dos alunos” (Ponte et al., 2011, p. 3). A indefinição de uma tarefa de investigação é um elemento a caracterizar quando se pretende utilizar esta estratégia de ensino. Wellington (2000) propôs uma forma de a classificar através das dimensões representadas no esquema da Figura 2.1, onde cada um dos eixos

representa um contínuo de inúmeras situações — não independentes umas das outras — entre 1) o aluno que formula e o professor que coloca a questão a investigar; 2) a resposta aceitável com um caminho único para lá chegar e várias possibilidades de respostas com várias possibilidades de caminhos; e 3) a estrutura fortemente direcionada e a estrutura sem quaisquer constrangimentos. Segundo o autor, esta estrutura permite ao professor planejar e refletir acerca das tarefas de investigação que pretende implementar nas suas aulas.

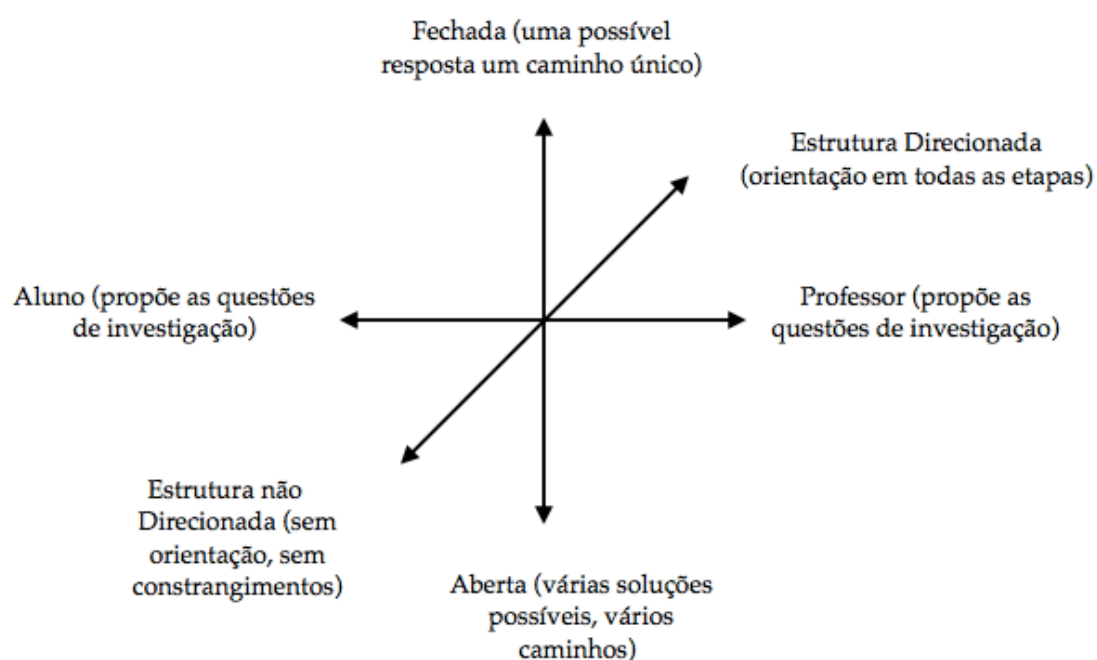
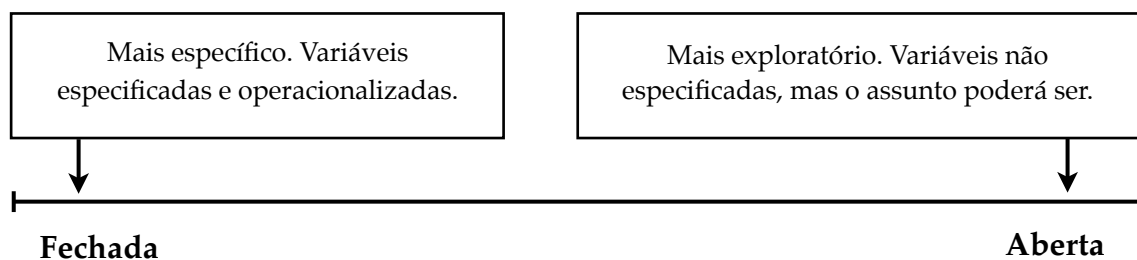


Figura 2.1. Dimensões do trabalho investigativo (Wellington, 2000, p. 142).

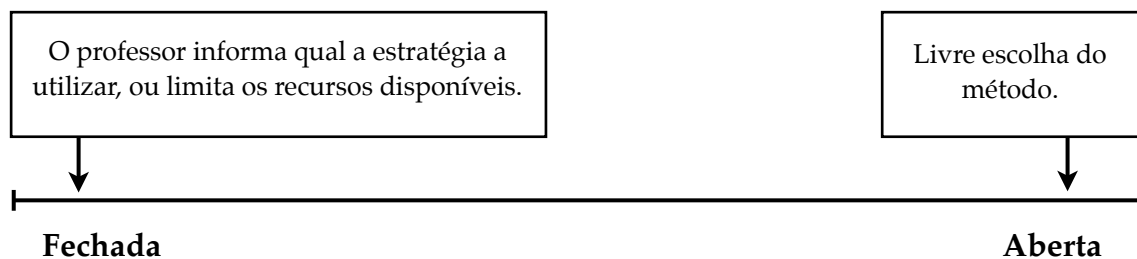
Para Monk e Dillon (1995), no ensino por investigação, os alunos desenvolvem o seu trabalho em três fases: a primeira dedicada à definição do problema, a segunda à escolha da estratégia de resolução do problema, e a terceira de chegada a soluções. Tal como na abordagem de Wellington (2000), também para estes autores, cada uma destas fases pode situar-se num contínuo em termos do grau de abertura, conforme é ilustrado na Figura 2.2. Na fase de “definição do problema — a abertura depende do nível de orientação atribuído à investigação” (Monk & Dillon, 1995, p. 76); na de procura da “estratégia de

resolução — se estivermos perante investigações mais abertas é dada maior liberdade de escolha aos alunos, enquanto que em investigações mais fechadas o professor sugere aos alunos o caminho a seguir ou limita a disponibilidade dos materiais a utilizar”; e por fim “chegar à solução — numa investigação mais aberta assumirá a possibilidade de várias soluções aceitáveis, enquanto que numa mais fechada existe apenas uma solução aceitável” (Monk & Dillon, 1995, p. 77).

Definição do Problema



Estratégia de Resolução



Chegar à Solução



Figura 2.2. Graus de abertura das tarefas de investigação (Monk & Dillon, 1995, p. 76).

O grau de abertura de uma determinada tarefa de investigação não depende apenas da sua natureza, mas também do trabalho que anteriormente foi realizado com os alunos, ou seja, se anteriormente os alunos desenvolveram trabalhos similares, uma tarefa projetada para ser aberta tornar-se-á possivelmente numa tarefa fechada. Nem todas as investigações necessitam de graus de abertura semelhantes. O grau de abertura apropriado a uma determinada tarefa depende das experiências passadas dos alunos, das necessidades presentes e dos objetivos de uma determinada aula (Monk & Dillon, 1995).

Discussão

Aprender ciência requer a apropriação de uma nova linguagem (Evagorou & Osborne, 2010; Mortimer & Scott, 2003; Wellington & Osborne, 2001), a linguagem científica que assenta essencialmente em “palavras, gráficos, diagramas, símbolos, imagens e matemática” (Wellington & Osborne, 2001, p. 82). Da mesma forma que não será razoável pensar em aprender uma língua estrangeira sem a praticar, também a apropriação da linguagem científica requer oportunidades para que seja praticada (Evagorou & Osborne, 2010; Wellington & Osborne, 2001). Por exemplo, palavras familiares aos alunos como a “energia, a potência e a força (...)” (Wellington & Osborne, 2001, p. 83), assumem, por vezes, no contexto da Física um significado específico, diferente do significado empírico que vulgarmente lhes é imputado. A apropriação de novas palavras e de como as utilizar no conveniente contexto científico, com devida a desenvoltura, fica condicionada se não houver espaço para praticar a linguagem da Ciência (Wellington & Osborne, 2001). Para Jones (1988), segundo é referido por Evagorou e Osborne (2010), o envolvimento dos alunos com a linguagem científica contribui para (1) aumentar a compreensão de conceitos;

(2) promover a aprendizagem dos alunos para que comuniquem de forma clara uns com os outros; (3) transportar o papel do aluno de uma dimensão passiva para uma dimensão ativa; e (4) promover a diversidade de pontos de vista e a tolerância crítica para com os outros. Não obstante as contribuições positivas enumeradas, alguns estudos demonstram que são escassas as oportunidades dadas aos alunos na aula de ciências para que pratiquem a sua linguagem, e que é muito pouco o tempo dedicado à discussão em grupo e à interação professor-aluno com uma genuína troca de ideias (Dillon 1994; Gallas, 1995; Newton et al., 1999 citado por Evagorou & Osborne, 2010; Wellington & Osborne, 2001).

Montimer e Scott (2003) propõem quatro abordagens para a comunicação nas salas de aula de ciências:

1) dialogo / interativo — o professor e os alunos exploram ideias, criam novos significados, são colocadas questões genuínas que oferecem possibilidades para trabalhar diferentes pontos de vista; 2) diálogo / não interativo — o professor considera a existência de vários pontos de vista e estabelece, explora e trabalha as diferentes perspectivas; 3) autoritário / interativo — o professor guia os alunos através de uma sequência de questão / resposta com o intuito de atingir um ponto específico; 4) autoritário / não interativo — o professor apresenta um ponto de vista específico (p. 39).

Estas abordagens permitem perspetivar “a forma como o professor trabalha com os alunos no desenvolvimento de ideias”(p. 34), podendo ser vista como um contínuo na combinação entre as dimensões: interativo / não-interativo e diálogo / autoridade, conforme ilustra a Figura 2.3.

	Interativo	Não Interativo
Dialogo	Diálogo Interativo	Diálogo Não Interativo
Autoritário	Autoritário Interativo	Autoritário Não Interativo

Figura 2.3. Os quatro tipos de abordagem na comunicação nas aulas de ciência (Montimer & Scott, 2003, p. 35).

Se a abordagem autoritária é a forma de comunicação predominante em aula, a interação estabelecida entre professor e os alunos está limitada a uma sequência do tipo: o professor lança uma questão fechada, o aluno responde através de uma resposta curta e o professor avalia a resposta do aluno como certa ou errada (Dillon, 1994; Montimer & Scott, 2003). Aqui, o papel que o professor assume é o de transmissor de conhecimentos (Evagorou & Osborne, 2010; Montimer & Scott, 2003; Wellington & Osborne, 2001). Os autores Montimer e Scott (2003) designam este método por “*I (initiation) — R (response) — E (Evaluated)*” (p. 40), em que *I* corresponde à iniciação, normalmente através de uma questão colocada pelo professor, *R* à resposta dada pelo aluno e *E* à avaliação realizada pelo professor, normalmente como certa ou errada (Montimer & Scott, 2003).

Segundo Wellington e Osborne (2001) as aulas de ciências são muitas vezes caracterizadas por “uma escassez de perguntas realizadas pelos alunos e um dilúvio de perguntas colocadas pelo professor” (p. 82). Este tipo de interação verbal, que tem sido o método dominante nas aulas de ciências, levanta as seguintes considerações: os alunos inibem-se de participar com medo de não acertar na resposta que o professor pretende obter; não permite perceber as dificuldades reais dos alunos; o tempo que o professor espera pela resposta apenas permite ao aluno construir respostas curtas, não contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio e da capacidade de argumentação, minimizando as oportunidades de praticar a linguagem científica (Evagorou & Osborne, 2010; Wellington & Osborne, 2001). Os autores Evagorou e Osborne (2010) advertem ainda para o facto de este tipo de interação verbal não ser familiar, pois habitualmente não se estabelece um diálogo através de um role de questões colocadas por quem sabe as respostas para quem não as sabe (Evagorou & Osborne, 2010). A abordagem interativa

aproxima-se mais do tipo de diálogo que é praticado no quotidiano (Evagorou & Osborne, 2010).

Dillon (1994) designa como retórica um discurso próximo do tipo autoritário / não interativo. Nesta forma de discurso que envolve um processo de “questão — resposta — avaliação” (p. 16), o orador predominante é o professor. Segundo o autor esta interação que por vezes é incorretamente designada por discussão, afasta-se das características dessa forma de discurso. Embora ambas sejam uma interação verbal entre duas ou mais pessoas, as suas características afastam-se, sendo a discussão:

uma forma particular de interação em grupo, onde os elementos se juntam para abordarem uma questão de interesse comum trocando e examinando diferentes ideias, de forma: a construir uma resposta, a reforçar o seu conhecimento e compreensão, a realizar um juízo ou uma apreciação, a decidir, a resolver ou a agir sobre o assunto em causa (Dillon, 1994, p. 8).

Neste sentido, Dillon (1994) salienta que a retórica distancia-se da discussão por ser uma interação “desequilibrada”, ou seja, centrada maioritariamente no professor. A sua ordem prevista é “professor — aluno” (p. 17), não existindo uma troca de ideias que levem à construção de um consenso, mas sim a uma resposta predeterminada. Neste tipo de discurso, o professor fala em média dois terços da aula. Enquanto que na discussão, embora possa haver um orador predominante, as intervenções por parte dos alunos ocupam cerca de metade ou mais tempo de aula (Dillon, 1994). O discurso, ao contrário da retórica, cria oportunidades significativas para praticar a linguagem científica, pois, no discurso, à medida que o diálogo vai fluindo são criados mecanismos de compreensão mais eficazes, surgem novas perceções e “julgamentos mais sábios” (Dillon, 1994, p. 7).

O ponto de partida para que haja discussão é a existência de um problema, pois na não existência de um problema não há discussão. Não

háigualmente discussão se já se conhece ou compreende o tópico em questão, ou seja, não se discute ações que já foram tomadas e nestes casos o assunto está encerrado não havendo matéria para discussão. As questões colocadas para discussão podem ser de vários tipos, por exemplo: o que se pensa sobre um determinado assunto, neste caso, a resposta poderá ser o conhecimento ou a compreensão desse assunto ou questões sobre a forma de atuar, sendo neste caso a resposta um juízo ou uma resolução (Dillon, 1994).

Esta forma de interação em grupo — onde os vários elementos se juntam com o intuito de apreciarem ou decidirem sobre algo que precisam de compreender — faz da discussão uma “atividade essencial à educação e à atividade humana” (Dillon, 1994, p. 5) e são vários os argumentos que têm sido levantados em prole da sua utilização no ensino da Ciência. Na sua utilização como estratégia de ensino, as atividades de discussão, segundo Cowie e Rudduck (1990) citados por Reis (2004), enquadram-se nas seguintes três categorias: “discussão de questões controversas, resolução de problemas e representação de papéis” (p. 54). Por outro lado, Byrne e Jonstone (1988), também citados por Reis (2004) enquadram-nas em “representação de papéis, discussão e tomada de decisão” (p. 57). Independentemente do tipo de enquadramento que lhe possa ser dado, as suas potencialidades como estratégia de ensino, quer no âmbito do conhecimento quer no âmbito da cidadania, são vastas. Ao nível do conhecimento, porque o desenvolve através da interação social (Reis, 2004); contextualiza e aplica as aprendizagens (Reis, 2004); explora e estimula a existência de diversas perspetivas (Brookfield & Preskill, 1999 citado por Reis, 2004); desenvolve a capacidade de comunicação de ideias (Brookfield & Preskill, 1999; Gall, 1985; Gall & Gall, 1976, 1990 citado por Reis, 2004), de “síntese e integração” (Brookfield & Preskill, 1999 citado por Reis 2004, p. 55) e de “resolução de problemas” (Gall, 1985; Gall & Gall, 1976, 1990 citado por Reis 2004, p. 56); e estimula o interesse e envolvimento dos alunos (Byrne & Jonstone, 1988 citado por Reis, 2004). Na cidadania, porque “sustenta

a democracia e a cidadania”; promove o respeito por diferentes ideias; promove a capacidade para participar ativamente de forma crítica e argumentativa na sociedade democrática; “contribui para a transformação social” (Brookfield & Preskill, 1999 citado por Reis, 2004, p. 56); “contribui para o reconhecimento e a investigação das suposições individuais” (Brookfield & Preskill, 1999 citado por Reis 2004, p. 55); promove o “desenvolvimento moral” (Gall, 1985; Gall e Gall, 1976, 1990 citado por Reis 2004, p. 56) e estimula a promoção dos valores “da democracia, do respeito e da tolerância” (Park e Hess, 2001 citado por Reis 2004, p. 55).

Conforme é referido por Reis (2004), “o impacto da discussão no nosso pensamento justifica uma atenção especial [com] o tipo de interação verbal que promovemos na sala de aula” (p. 55). No entanto, e conforme anteriormente referido, este tipo de atividade não é o mais comum nas aulas de Ciência. O mesmo autor, citando Dillon (1994), Lusk e Weinberg (1994), Reis (1998) e Rudduck (1979, 1986), aponta vários fatores para que tal aconteça, por exemplo a) “dificuldades inerentes à discussão” (p. 57), por ser um processo que requer tempo e com resultados incertos; b) “dificuldades dos professores” (p. 58), sobretudo pela falta de experiência neste tipo de tarefa, pela adoção de uma atitude positivista relativamente à Ciência, pelas escassas oportunidades de participação em discussões — enquanto cidadãos, alunos e professores — e pelo receio de perder o controlo dos alunos; c) “dificuldades dos alunos” (p. 58) em trabalhar colaborativamente, em respeitar as opiniões dos colegas, em criar dependência do professor e em falar sem constrangimentos; e d) “antipatias do sistema” (p. 59) devidas à extensão das turmas (p. 59), à opinião negativa dos atores intervenientes no sistema educativo — por exemplo, professores e encarregados de educação — e à visão do currículo como um sequência de conteúdos (Burbules, 1993 citado por Reis 2004). Para Reis (2004) as dificuldades de implementação de atividades de discussão como estratégias de ensino “resultam de hábitos e valores enraizados e só serão ultrapassadas

quando professores e alunos explorarem e reconhecerem, na prática, as potencialidades educativas da discussão” (p. 60).

Síntese

Na sociedade contemporânea o constante desafio colocado pela evolução da tecnologia torna necessário o repensar das estratégias de ensino. Uma das abordagens que tem vindo a ser reclamada, como forma de responder a estes desafios, é a abordagem CTSA. Acredita-se que esta ao interligar a Ciência, com a Tecnologia, com a Sociedade e com o Ambiente, contribui para a promoção da literacia científica. Desta modo, foram aqui apresentadas estratégias de ensino valorizadas por esta abordagem, nomeadamente o ensino por investigação e a discussão. Estas estratégias, dada a sua natureza, criam oportunidades para que os alunos aprendam, não só conceitos científicos, mas também a sua linguagem os seus processos e a sua interligação as problemáticas do quotidiano.

CAPÍTULO III

Proposta Didática

O presente capítulo é dedicado à descrição da proposta didática implementada ao longo de seis aulas. Esta proposta é organizada e planificada no âmbito de uma abordagem CTSA, respeitando as orientações do programa do 11.º ano do ensino secundário de Física e Química A. Este capítulo encontra-se organizado em duas secções: a fundamentação científica e a fundamentação didática. Na primeira são abordados os conteúdos científicos das subunidades didáticas lecionadas. Na segunda é realizado o enquadramento curricular da proposta didática, apresentada a sua organização, descritas as aulas e as tarefas implementadas e, por último, a forma como as competências mobilizadas são avaliadas.

Fundamentação Científica

Aspetos Históricos da Síntese do Amoníaco e a sua Importância como matéria-prima

Desde meados do século XIX tornou-se evidente que uma das necessidades básicas para o desenvolvimento da agricultura passa pela *fixação do nitrogénio*, reconhecendo-se assim que as plantas não conseguem assimilar o nitrogénio molecular, N_2 . Apesar de se tratar do principal constituinte da atmosfera terrestre (Nobelprize.org, 1920), este tem de ser convertido em compostos nitrogenados para poder ser assimilado pelas plantas (Chang, 1994).

Sob condições naturais o solo mantém a sua concentração de *nitrogénio fixo*, no entanto, com as mudanças de hábitos sociais e culturais, sobretudo a partir da revolução industrial, esta situação sofreu alterações significativas. Por um lado, porque o consumo de produtos agrícolas passou a estar afastado do seu local de produção, o que significa que parte do nitrogénio proveniente da sua decomposição não retorna ao solo. Por outro, o desenvolvimento da indústria química veio criar novas necessidades de compostos nitrogenados como matéria-prima (Nobelprize.org, 1920).

Em 1898, William Ramsay — responsável pela descoberta de cinco elementos gasosos inertes, conhecidos como gases nobres — atento a esta situação, chamou à atenção para o facto da quantidade de *nitrogénio fixo* na Terra estar em vias de extinção, o que levaria a uma escassez na produção de alimentos, a sentir-se sobretudo a partir de meados do século XX. Esta previsão falhou em parte devido ao trabalho do Químico alemão Fritz Haber (1868 — 1934) (Kotz, Treichel & Weaver, 2006) pois, em colaboração com o seu colega Carl Bosch (1874—1940), Haber em 1913, patenteou o processo de produção de amoníaco a partir dos seus elementos constituintes. Este ficou, até então, conhecido como processo Haber-Bosch e é ainda hoje o processo utilizado a nível industrial para a produção de amoníaco (Kotz et al., 2006).

Fritz Haber nasceu em 1868 em Breslau (atualmente Wroclaw) na Prússia (atualmente Polónia) (Nobelprize.org, 1966). Entre 1886 e 1891 estudou Química nas Universidades de Heidelberg e de Berlim e, na Escola Técnica de Charlottenburg. Após completar os seus estudos iniciou a sua atividade profissional na empresa de produtos químicos, propriedade do seu pai, e mais tarde no Instituto de Tecnologia de Zurich, onde despertou o seu interesse por uma carreira académica (Nobelprize.org, 1966; Kotz et al., 2006).

Em 1894, aceitou o convite para o cargo de professor assistente de Química Tecnológica no Instituto de Tecnologia de Karlsruhe, onde se mantém

até 1911, tendo em 1906 ascendido ao lugar de professor e diretor desta instituição (Nobelprize.org, 1966; Kotz et al., 2006). No ano de 1896, completa o seu doutoramento, com base no trabalho experimental que vinha a desenvolver, sobre decomposição e combustão de hidrocarbonetos (Nobelprize.org, 1966). Em 1898 publica um livro sobre Eletroquímica e desenvolve vários estudos nesta área. Grande parte do seu trabalho, em eletroquímica, foi desenvolvido na eletrólise de sais sólidos (1904), onde em conjunto com Max Cremer (1865—1935) desenvolveu o elétrodo de vidro, ainda hoje largamente utilizado (Nobelprize.org, 1966).

Paralelamente, Haber inicia os seus estudos da fixação do nitrogénio molecular presente na atmosfera (Nobelprize.org, 1966; Kotz et al., 2006). Em 1905, publica um livro sobre Termodinâmica, onde refere a produção de pequenas quantidade de NH_3 a partir da reação do N_2 com H_2 a $1000\text{ }^\circ\text{C}$ na presença de um catalisador de ferro (Nobelprize.org, 1966). O desenvolvimento deste trabalho realizado em colaboração com o seu assistente Robert Le Rossignol, levou Fritz Haber a ser galardoado com o prémio Nobel, em 1918 (Kotz et al., 2006). O trabalho de Haber teve especial importância no então contexto político da Alemanha, pois permitiu que este país prolongasse a sua intervenção na Primeira Guerra Mundial, quando, em 1914, as suas reservas de nitratos para a produção de explosivos falharam e o comércio de nitratos, de origem mineral da América Central, era dominado por Inglaterra (Nobelprize.org, 1966).

Em 1911 Haber é convidado para ocupar o cargo de diretor do Instituto de Física, Química e Eletroquímica de Berlin — Dahlem, lugar que ocupa até 1933, altura em que o regime Nazi, então no poder, o obriga a demitir todos os colaboradores do instituto com ascendência judaica (Nobelprize.org, 1966; Kotz et al., 2006). Fritz Haber recusa-se e em consequência, demite-se. Exila-se em Inglaterra e mais tarde na Suíça onde morrer em 1934 (Nobelprize.org, 1966; Kotz et al., 2006).

Apesar da inequívoca importância do trabalho de Haber, a atribuição do seu prémio Nobel foi alvo de alguma polémica, pois Haber, durante a Primeira Guerra Mundial, como diretor do serviço de armamento químico alemão, supervisionou a primeira aplicação de cloro gasoso, na batalha de Ypres, na Bélgica, onde morreram dez mil soldados (Kotz et al., 2006).

A produção de amoníaco não parou de aumentar desde que a Badische Anilin and Soda Fabrik (BASF), em 1913, iniciou a produção desta substância (Kotz et al., 2006). De 1962 para 2000 a produção anual de fertilizantes nitrogenados teve um aumento de 13,5 para 86,4 mega tonelada respetivamente (FAO, 2004, citado por Mosier, Syers & Freney 2004). Nos últimos 50 anos assistiu-se ao triplicar da produção mundial de alimentos, o que não seria possível sem uma produção industrial em larga escala de amoníaco ou dos fertilizantes nitrogenados produzidos através deste composto. A produção mundial de cereais que era de 631 mega tonelada em 1950, passou para 1840 mega tonelada, em 2000 (Mosier et al., 2004).

Da quantidade mundialmente produzida de amoníaco em 2006, 124 mega tonelada, 56% é oriunda de países como os EUA, a China, a Índia e a Rússia. Nos EUA, em 2006, foram produzidas 8,52 mega tonelada de NH_3 , sendo a maioria, 90%, utilizada diretamente como fertilizante ou convertido noutros compostos nitrogenados para utilização na agricultura. Além do NH_3 , por si só, os fertilizantes mais utilizados mundialmente são a ureia, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, o nitrato de amónio, NH_4NO_3 , e fosfato de diamónio, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Housecroft & Constable, 2010).

A maioria do NH_3 que não é destinado para a agricultura é utilizado na produção de fibras sintéticas — como o *rayon*, *nylon-6* e *nylon-66* — e na manufatura de explosivos, resina e outras aplicações na indústria química (Housecroft & Constable, 2010).

O Processo de Haber — Bosch

O processo de Haber — Bosch para sintetizar o amoníaco a partir dos seus elementos constituintes, é um dos exemplos práticos da importância do equilíbrio químico no domínio de processos na indústria química (Martins et al., 2003). Industrialmente a fixação do nitrogénio, ou seja, a conversão do nitrogénio molecular, N_2 , em compostos nitrogenados, neste caso — o amoníaco — pode ser obtida através da reação química reversível, representada pela seguinte equação: (Housecroft & Constable, 2010):



Trata-se de uma reação exotérmica, sendo a sua entalpia de formação padrão, $\Delta_f H^\circ(NH_3, g, 298\text{ K})$, $45,9\text{ kJ mol}^{-1}$, ou seja, na formação de uma *mole* de NH_3 em condições padrão a energia libertada é de $45,9\text{ kJ}$ (Housecroft & Constable, 2010). A 298 K esta reação é extremamente lenta, a mistura de N_2 e H_2 é indefinidamente estável, o que a torna inviável ao nível industrial (Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010). Para aumentar a velocidade da reação é então necessário trabalhar a temperatura elevada (Chang, 1994). No entanto, o *princípio de Le Chatelier* estabelece que um sistema em equilíbrio, quando perturbado externamente — ao nível da concentração, pressão, volume, ou temperatura — reage de forma a minimizar o efeito dessa perturbação (Atkins & Jones, 2000; Chang, 1994). Assim diminuindo a temperatura — Equação 3.1 — este evoluirá no sentido direto, ou seja, no sentido da formação de NH_3 , pois a libertação de energia sob a forma de calor provoca um aumento da temperatura o que contraria a perturbação aplicada (Chang, 1994; Kotz, 2006; Housecroft & Constable, 2010). O resultado desta ação pode ser explicado através da dependência entre a constante de equilíbrio, K_p , e a temperatura à qual o processo ocorre.

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{H_2})^3 (P_{N_2})} \quad (\text{Equação 3.2})$$

Na Equação 3.2 assume-se a seguinte aproximação:

$$a_i \approx P_i \quad (\text{Equação 3.3})$$

Sendo a expressão para a atividade, a_i , de um determinado gás i definida pela seguinte expressão:

$$a_i = \gamma_i \frac{P_i}{P_i^o} \quad (\text{Equação 3.4})$$

onde, γ_i é o coeficiente de atividade da substância i , P_i a pressão parcial do gás i e P_i^o a pressão para o estado padrão do gás i , ou seja, 1 bar. No caso de um gás ideal, o coeficiente de atividade é $\gamma_i=1$, pois as interações entre as moléculas que o constituem são desprezáveis. A atividade, para um gás ideal, é então igual ao valor numérico da sua pressão parcial, P_i (medido em bar), podendo desta forma escrever-se a expressão da constante de equilíbrio (Equação 3.2) em função das pressões parciais P_{NH_3} , P_{H_2} e P_{N_2} de cada um dos três gases presentes no sistema (Housecroft & Constable, 2010). A relação de dependência entre K_p e T é evidenciada no Quadro 3.1

Quadro 3.1

Variação da Constante de Equilíbrio com a Temperatura na Reação de Síntese do Amoníaco a partir dos seus Elementos Constituintes (Housecroft & Constable, 2010, p. 697)

T/K	K_p
298	$5,6 \times 10^5$
500	0,1
800	$9,0 \times 10^{-6}$

Deste modo, para que a síntese industrial do amoníaco seja viável torna-se necessário avaliar a relação entre a velocidade da reação, pois esta aumenta

com o aumento da temperatura e o seu rendimento, uma vez que K_p diminui com o aumento da temperatura (Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010). Estes dois fatores entram em conflito e de forma a contrabalançar esta situação recorre-se mais uma vez ao *Princípio de Le Chatelier* (Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010). Com base neste princípio, uma perturbação no sistema que provoque um aumento da pressão será contrariada pela redução do número de moléculas em fase gasosa (Atkins & Jones, 2000; Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010). A Equação 3.1 mostra que quatro *mole* de reagentes produzem duas *mole* de produto. Desta forma, e segundo o *Princípio de Le Chatelier*, aumentando a pressão do sistema, o equilíbrio evolui no sentido de diminuir a quantidade total de partículas, ou seja, no sentido da formação de NH_3 (Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010), pois segundo o *Princípio de Avogadro* “a pressão e temperatura constantes, o volume de um gás é diretamente proporcional ao número de moles gasosas presentes” (Chang, 1994, p. 183) independentemente da sua identidade química (Atkins & Jones, 2000). Assim, trabalhando a pressões e temperaturas elevadas consegue-se produzir amoníaco com um rendimento aceitável, no entanto, a velocidade de reação continua a ser baixa, fazendo com que a sua síntese, a nível industrial, não seja rentável.

A relação ideal, entre a temperatura e a pressão, foi estudada exaustivamente até que Fritz Haber detetou que a reação entre o hidrogénio e o nitrogénio, para produzir amoníaco, poderia ser catalisada por Fe_3O_4 numa mistura com KOH , SiO_2 e Al_2O_3 a cerca de 723 K e 20 260 kPa (Chang, 1994; Housecroft & Constable, 2010). A etapa inicial deste processo dá-se com a dissociação do N_2 e de H_2 na superfície do catalisador, uma vez que na catálise heterogénea, o centro ativo da reação localiza-se em geral à superfície do catalisador. Estas espécies, apesar de dissociadas, não podem ser consideradas como átomos isolados, pois encontram-se quimicamente ligados à superfície do catalisador. Desta forma, os átomos de N e H combinam-se a velocidades

bastante aceitáveis para formarem NH_3 (Chang, 1994). A Figura 3.1 representa esquematicamente a ação catalítica durante a síntese do amoníaco.

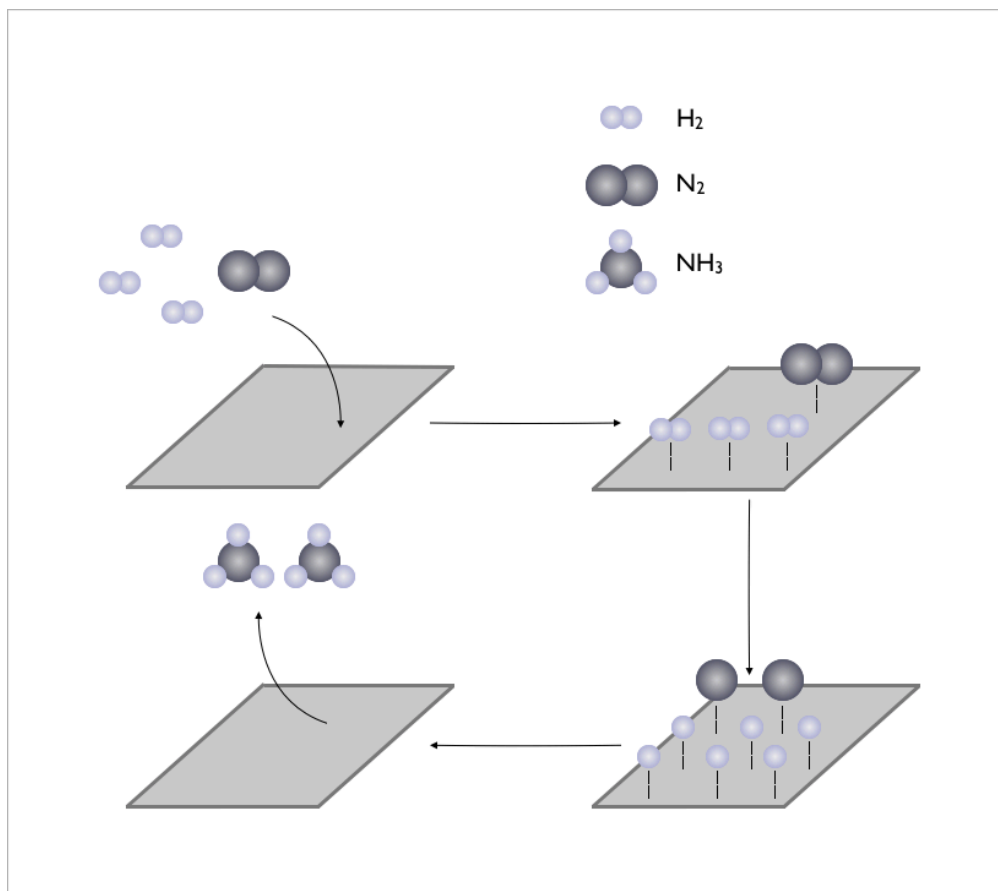


Figura 3.1. Ação catalítica na síntese industrial do amoníaco (Chang, 1994, p. 611).

O Processo Haber — Bosch é representado na Figura 3.2. Neste processo, uma mistura de H_2 e N_2 é pulverizada na superfície do catalisador, o NH_3 é recolhido em estado líquido a 240 K e os reagentes que não reagiram são reciclados numa câmara catalítica (Kotz et al., 2006).

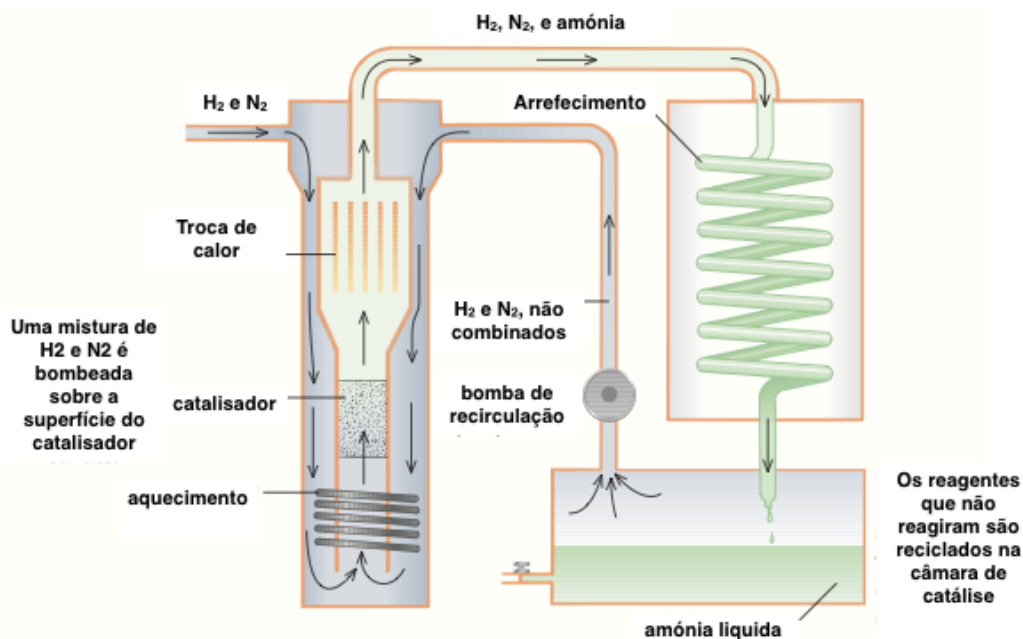


Figura 3.2. Representação esquemática do processo de Haber — Bosch (Kotz et al., 2006, p. 787).

A recolha do NH_3 no processo de Haber—Bosch, é mais uma vez uma aplicação do *princípio de Le Chatelier*, pois o sistema tenderá a minimizar a diminuição do número de moléculas de amoníaco, ou seja, a reação evoluirá no sentido direto, produção de NH_3 , até atingir novamente o equilíbrio.

Quantidade de Matéria e o Sistema Internacional de Unidades

O Sistema Internacional de Unidades, SI, é um sistema de unidades utilizado em ciência e em tecnologia, composto por sete grandezas fundamentais, nomeadamente o comprimento, a massa, o tempo, a intensidade de corrente elétrica, a temperatura (termodinâmica), a quantidade de matéria e a intensidade luminosa (BIPM, 2006). Designa-se por “grandeza uma propriedade de um corpo ou uma particularidade de um fenómeno, suscetível de ser determinada” (Henriques, 2002, p. 968). Determinar uma grandeza é “compará-la direta ou indiretamente com outra da mesma espécie, a unidade” (Henriques, 2002, p. 968). Num sistema de unidades existem, para

além das grandezas fundamentais, as grandezas derivadas que são definidas a partir das grandezas fundamentais (BIPM, 2006; Housecroft & Constable, 2010). Por exemplo, a velocidade é definida em função das grandezas comprimento e tempo.

As unidades são adotadas por convenção. À exceção do quilograma, todas as unidades fundamentais do SI são definidas em termos de uma constante física (Housecroft & Constable, 2010). Por exemplo, o metro é definido em termos da velocidade da luz no vácuo como sendo “o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante o intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ segundo” (BIPM, 2006, p.112). O quilograma, que não é definido em função de uma constante física, é exatamente a massa de um cilindro protótipo de platina—irídio (BIPM, 2006). Este protótipo encontra-se guardado no Bureau International des Poids et Mesures, BIPM, (BIPM, 2006) e cada país aderente ao SI possui uma cópia do mesmo, Portugal possui a cópia n.º 10 (Henriques, 2002). Estar dependente de um objeto físico para definir uma unidade acarreta alguns inconvenientes, como a alteração da sua massa devido a perda de material ou à contaminação do meio envolvente (NPL, 2012). Em 2011 teve lugar a 24.ª reunião da Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM, onde na sua resolução número um é considerada “a importância, o valor e os potenciais benefícios” (2011, p. 1) da redefinição de algumas das unidades do SI. Esta resolução considera, entre outras, a possibilidade da redefinição da unidade da grandeza massa em função de um valor numérico exato da Constante de Planck, h , assim como a grandeza quantidade de substância em função de um valor numérico exato da Constante de Avogadro, N_A , deixando esta de estar dependente da unidade quilograma (CGPM, 2011).

Unidades como, por exemplo, *gram-atom* e *gram-molecula*, foram durante anos utilizadas para especificar quantidade de elementos químicos ou compostos. Estas unidades estavam diretamente relacionadas com a *massa atômica* e a *massa molecular*, respetivamente (BIPM, 2006). A *massa atômica*

originalmente tinha como referência a *massa atômica* do oxigênio, tomada por convenção como 16 (BIPM, 2006). No entanto, enquanto para os físicos 16 era o valor atribuído à *massa atômica* de um dos isótopos do oxigênio, os químicos atribuíram o mesmo valor à mistura dos isótopos de oxigênio 16, 17 e 18, considerados como a ocorrência natural do elemento oxigênio (BIPM, 2006). Um acordo entre a *International Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP) e a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) pôs fim a esta discrepância em 1959/60 (BIPM, 2006). Foi então convencionado que o isótopo de carbono 12, ^{12}C , (constituído por 6 prótons e 6 neutrões) tem uma *massa atômica* de 12,000 u.m.a (Chang, 1994).

Atualmente, quantidade de matéria, uma das sete grandezas fundamentais do SI, cuja unidade tem o nome de *mole*, é definida como a quantidade de matéria num sistema que contém tantas entidades quantos os átomos existentes em 0,012 kg do isótopo de carbono 12, sendo o seu símbolo representado por *mol* (BIPM, 2006). Quando se utiliza a *mole*, as entidades elementares devem ser especificadas e podem ser átomos, moléculas, iões, eletrões, outras partículas ou agrupamentos especificados de tais partículas (BIPM, 2006). Esta definição foi adotada em 1979, na 16.^a reunião do CQPM, na sua resolução número três (BIPM, 2006).

Mole e Constante de Avogadro

A constante universal que relaciona o número de entidades elementares com a quantidade de matéria é designada por *Constante de Avogadro*, cujo o símbolo é N_A ou L (Almeida, 2002), em homenagem ao Físico-matemático italiano Amedeo Avogadro (1776—1856). O seu trabalho mais conhecido o *princípio de Avogadro*, anteriormente enunciado, levou à definição desta constante, no entanto e apesar da sua importância, foi durante quase 50 anos desconhecido (Chang, 1994; Bryson, 2010).

Representando $N(x)$ o número de entidades x numa determinada amostra, e $n(x)$ a quantidade de matéria de entidades x nessa mesma amostra, obtém-se a seguinte relação:

$$n(x) = N(x)/N_A \quad \text{(Equação 3.5)}$$

Uma vez que $N(x)$ é adimensional, e a unidade de $n(x)$ é *mole*, a *Constante de Avogadro* tem uma unidade coerente que se representa por mol^{-1} (BIPM, 2006). O valor da *Constante de Avogadro* atualmente aceite é de $6,0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, que é definido como o número de átomos de carbono em exatamente 12 g de uma amostra isotopicamente pura de ^{12}C (Housecroft & Constable, 2010). Desta forma pode definir-se *massa molar* de uma determinada substância como sendo a massa, expressa em grama, que contém $6,0221367 \times 10^{23}$ partículas dessa substância (Housecroft & Constable, 2010), ou seja, o quociente entre a massa, m , de uma determinada amostra de substância e a sua massa molar, é então a quantidade de matéria presente nessa amostra (Atkins & Jones, 2000).

Aspetos Quantitativos das Reações Químicas

Enquanto que os aspetos qualitativos identificam os reagentes e os produtos que fazem parte de uma determinada reação química, os aspetos quantitativos permitem indicar qual a proporção exata de combinação dos reagentes e respetiva formação dos produtos. Esta interpretação, designada por relação estequiométrica da reação, permite calcular a partir de uma determinada quantidade, massa ou volume de reagentes a quantidade, massa ou volume de produtos que se forma ou vice-versa (Atkins & Jones, 2000; Chang, 1994). Assim, para calcular a quantidade, a massa ou o volume de uma determinada substância, em geral, recorre-se à seguinte sequência de passos: (1) Identificar os reagentes, os produtos e a sua relação estequiométrica, ou seja, escrever a equação que traduz a reação química; (2) converter — recorrendo ao

conceito de massa molar — para quantidade de matéria, a massa ou o volume das substâncias conhecidas, pois desta forma é possível “analisar a reação em causa em termos da quantidade de matéria”, ou seja, em termos dos seus coeficientes estequiométricos (Chang, 1994, p.135); (3) calcular, através dos coeficientes estequiométricos da equação química que traduz a reação, a quantidade de matéria envolvida no processo e esta, por sua vez, poderá ser convertida para a unidade de massa ou volume. A Figura 3.3 apresenta de forma resumida este procedimento para o cálculo da massa de uma substância B, a partir da massa de uma substância A.

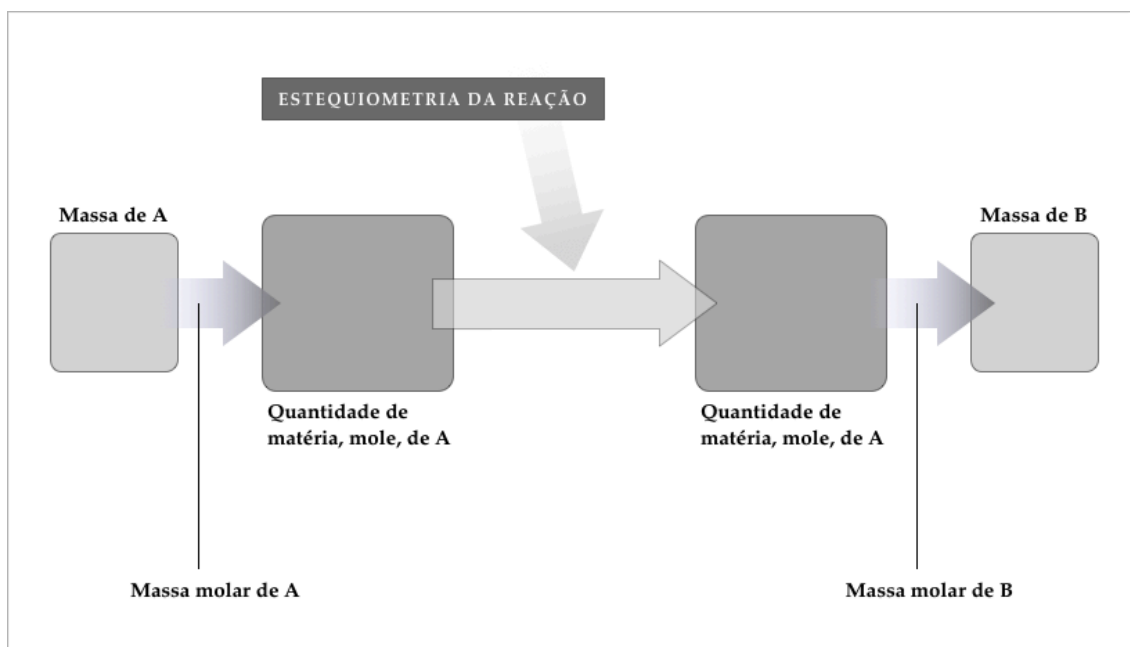


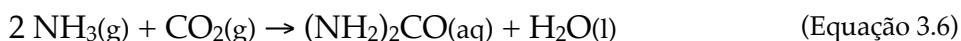
Figura 3.3. Representação esquemática de um cálculo massa-a-massa (Atkins & Jones, 2000, p. 141)

Reagente Limitante e em Excesso numa Reação Química

Quando numa determinada reação química os reagentes não estão presentes na quantidade estequiométrica exata, ou seja, na proporção indicada na equação que traduz a sua reação química (Chang, 1994, p.138) o reagente que é consumido em primeiro lugar é denominado como o *reagente limitante*, sendo os restantes reagentes presentes “em quantidade superior à necessária para

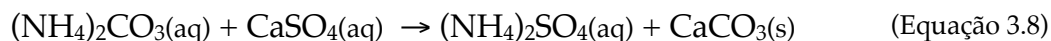
reagir com o *reagente limitante* designados por *reagente em excesso*” (Chang, 1994, p.138). A quantidade de *reagente limitante* presente numa determinada reação condiciona a quantidade de produtos que se formam (Atkins & Jones, 2000).

Tomando como exemplo a produção de ureia (NH₂)₂CO, um fertilizante agrícola, representada através da seguinte equação química (Chang, 1994):



pode-se verificar através desta equação que duas *mole* de amoníaco reagem pela proporção estequiométrica com uma *mole* de dióxido de carbono. Supondo que se faz reagir quatro *mole* de amoníaco com três *mole* de dióxido de carbono, seriam necessárias seis *mole* de amoníaco para consumir todo o dióxido de carbono presente, assim o amoníaco é o *reagente limitante* (Chang, 1994).

O conceito de *reagente limitante* tem um interesse particular na indústria química (Atkins & Jones, 2000; Chang, 1994). Neste contexto, de forma a potenciar economicamente um processo, é com frequência escolhido como *reagente limitante* o reagente mais dispendioso, assegurando-se assim o seu consumo total ou quase total (Atkins & Jones, 2000; Chang, 1994). Um exemplo desta situação é a produção de sulfato de amónio (NH₄)₂SO₄, fertilizante azotado habitualmente utilizado na agricultura (Chang, 1994). A obtenção deste composto a partir do amoníaco envolve dois passos, representados através das Equações 3.7 e 3.8 (Chang, 1994):



De forma a viabilizar economicamente o processo, na reação de síntese do carbonato de amónio (Equação 3.5) o amoníaco é adoptado como *reagente limitante* e, na reação de formação do sulfato de amónio (Equação E.6) é o carbonato de amónio a ter esta função. O que é justificável, pelo facto de se

tratarem dos reagentes mais dispendiosos havendo a necessidade de assegurar o seu consumo total (Chang, 1994).

Rendimento das Reações Químicas

O rendimento das reações é um aspeto igualmente importante na indústria química, pois os processos industriais envolvem, geralmente, grandes quantidades de reagentes, pelo que um pequeno aumento no rendimento de uma determinada reação pode significar uma importante redução de custos (Chang, 1994).

O rendimento de uma determinada reação química é entendido como sendo o quociente entre a massa, o volume ou a quantidade de matéria que teoricamente seria obtido com base na relação estequiométrica dessa reação e a massa, o volume ou a quantidade de matéria que realmente é obtida (Atkins & Jones, 2000), podendo variar entre 0 e 1 ou entre 0 e 100%, quando calculado em percentagem (Chang, 1994). Na prática o rendimento de uma reação química é quase sempre inferior a 1 ou 100%, o que se deve a aspetos, tais como reversibilidade da maioria dos processos como é o caso da reação de síntese do amoníaco ilustrada na Equação 3.1; dificuldade de “recuperar os produtos do meio reacional, por exemplo, em soluções aquosas” (Chang, 1994, p. 142) e complexidade de algumas reações, por exemplo, quando “os produtos formados podem continuar a reagir entre si ou com os reagentes para formarem novos produtos, estas reações adicionais reduzem o rendimento da reação inicial” (Chang, 1994, p. 142).

Fundamentação Didática

Após a fundamentação científica desta proposta didática, a presente secção é dedicada à fundamentação didática. Nesta fundamentação faz-se um enquadramento curricular, refere-se a organização da proposta didática, descreve-se as aulas, as tarefas a implementar em cada uma delas e o tipo de avaliação utilizada.

Enquadramento Curricular

Um dos objetivos estratégicos visado na Revisão Curricular do Ensino Secundário, atualmente em vigor, é o “respeito pela pluralidade” (p. 5). Com base neste objetivo, o documento apela para uma aprendizagem que dinamize “a capacidade de pensar cientificamente os problemas, a interiorização de uma cultura de participação e responsabilidade, a plena consciência das opções que potenciam a liberdade e o desenvolvimento dos alunos como indivíduos e como cidadãos” (Ministério da Educação, 2003, p. 5).

Uma formação científica que apele ao desenvolvimento de cidadãos informados, capazes de exercer esclarecidamente os seus direitos e deveres, deve proporcionar experiências educativas que permitam aos alunos construir o seu próprio conhecimento em vez de um “empacotar de conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins et al., 2001, p. 4). Neste sentido, o atual programa de Física e Química, do ensino secundário do curso científico-humanístico de ciências e tecnologias, sugere a importância de um ensino das ciências que privilegie “o conhecimento em ação” em detrimento “ao conhecimento disciplinar”, que tradicionalmente tem sido o mais enfatizado (Martins et al., 2001, p. 5). O “conhecimento em ação”, centrado na abordagem de situações do quotidiano,

apela para a necessidade da compreensão da Ciência e da Tecnologia, mas também da relação entre ambas e “das suas implicações na Sociedade e no Ambiente”, de forma a promover nos alunos uma atitude crítica e de valores em relação ao mundo que os rodeia (Martins et al., 2001, p. 5).

Este tipo de abordagem requer necessariamente um corte com o paradigma tradicionalmente instituído, em que o professor assume o papel preponderante como transmissor de conhecimento, cabendo ao aluno um papel diminuto (Ponte, 2005), para um ensino focado no aluno, onde este assume um papel ativo na sua própria aprendizagem (Martins, 2002). Deste modo, o programa de Física e Química considera que as estratégias de ensino a adotar devem ser diversificadas e adequadas às características dos alunos, permitindo que estes de forma progressiva compreendam não só a “dimensão conceptual do currículo” (p. 4), mas também as questões ligadas à natureza da Ciência e aos seus valores culturais e sociais (Martins et al., 2001).

Organização da Proposta Didática

A proposta didática aqui apresentada surge no âmbito do programa do 11.º ano de Física e Química A e abrange as subunidades “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente” (Martins et al., 2003, p. 7). Estas subunidades integram a primeira unidade didática do programa, dedicada ao estudo do *equilíbrio químico* (Martins et al., 2003). O seu esquema organizador encontra-se representado na Figura 3.4 e está concebido para um conjunto de seis aulas, quatro de 90 minutos e duas de 135 minutos.

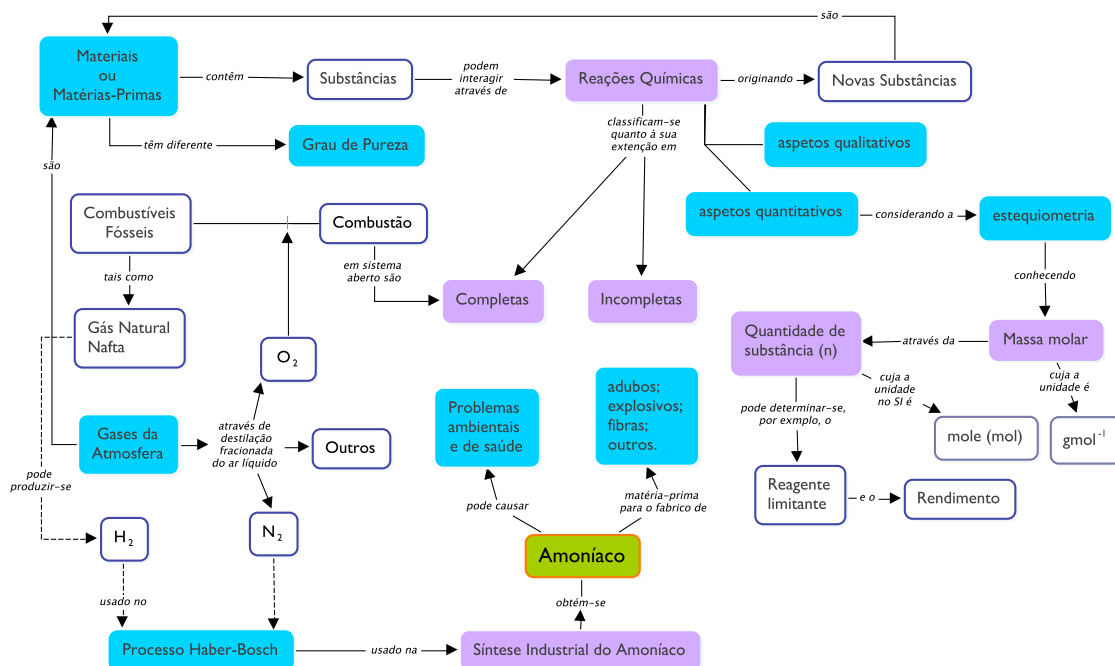


Figura 3.4. Esquema organizador das subunidades didáticas “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente” (Martins et al., 2003, p. 6).

As subunidades abordadas permitem sensibilizar os alunos para “a importância social e económica da indústria química”, a “relevância da química na interpretação de situações do quotidiano” (Martins et al., 2003, p. 2) e no desenvolvimento da sociedade e os aspetos ligados à natureza da ciência.

Descrição das Aulas e das Tarefas

Para cada uma das seis aulas lecionadas, no âmbito desta proposta didática, é estabelecido um plano de aula. Em cada plano de aula (Apêndice A) constam os conteúdos abordados, os momentos de aula, os recursos e as competências mobilizadas. Estas aulas seguem uma abordagem CTSA. Neste sentido, a sua planificação, e as tarefas construídas (Apêndice B) foram desenvolvidas tendo por base esta abordagem e o papel do aluno como promotor das suas aprendizagens. As estratégias de ensino adotadas são

diversificadas e envolvem essencialmente o ensino por investigação, a pesquisa e a discussão.

Quanto ao modo de trabalho dos alunos, em todas as aulas trabalham em grupos, cujo número de elementos varia entre três a cinco, consoante os recursos disponíveis, nomeadamente computadores e material de laboratório. A escolha dos grupos é deixada ao critério dos alunos, proporcionando-lhes um ambiente de trabalho que lhes permita interagir naturalmente entre si.

Relativamente à definição dos diferentes momentos das aulas, é adotada a estratégia defendida por Ponte et al. (2011) que envolve uma estrutura de aula segmentada em quatro momentos, nomeadamente *apresentação da tarefa, trabalho dos alunos, discussão e síntese* que se passa a descrever.

Apresentação da tarefa. As aulas têm início com a formação de grupos, seguida de uma pequena apresentação oral da tarefa, clarificando objetivos e esclarecendo eventuais dúvidas levantadas pelos alunos. Para obter um *feedback* que permita ter a perceção se os alunos compreenderam realmente o que se pretende com a tarefa, são colocadas questões cujas respostas levam a professora a fazer essa apreciação (Fonseca, Brunheira & Ponte 1999). Segundo um estudo de Ponte et al. (2011), a apresentação da tarefa é especialmente importante porque faz com que os alunos partam para a sua resolução com maior motivação. Para finalizar são apresentados os critérios de avaliação (Apêndice C), porque segundo Galvão et al. (2006) “para que a avaliação tenha uma função formativa, os alunos devem ser informados previamente dos critérios que são utilizados na avaliação do seu trabalho” (p. 35).

Trabalho dos alunos. Este momento é dedicado à resolução da tarefa. É uma oportunidade crucial para que a professora, circulando pela sala de aula, observe o trabalho de cada um dos grupos e as suas atitudes. Ao longo de toda esta fase surgem, naturalmente, várias solicitações, sobretudo em tarefas com maior grau de dificuldade. A professora dá o seu *feedback* às solicitações, evita,

no entanto, uma intervenção demasiado direta que possa comprometer o grau de abertura da tarefa, optando por uma estratégia de questionamento que leve os alunos a procurarem ir mais longe na sua atividade. Deste modo são, levados a promover “o raciocínio, a analisar, a refletir sobre o seu trabalho e a procurar significado nas suas descobertas” (Fonseca et al., 1999). Durante todo este momento é ainda promovida a partilha de ideias dentro do grupo.

Discussão. Momento que assume um significado importante. Por um lado, porque promove “oportunidades fundamentais para a negociação de significados (...) e a construção de novo conhecimento” (Ponte, 2005, p. 16). Por outro, obriga os alunos a uma organização de ideias, o que os ajuda à sua clarificação (Trindade, 2002). A professora assume o papel de moderadora (Ponte, 2005), estando atenta na valorização do trabalho dos alunos — não só dos pontos fortes, mas também dos pontos mais fracos (Mason, 1996; Ponte, Ferreira, Brunheira, Oliveira & Varandas, 1988 citados por Fonseca et al., 1999) — e na estimulação à sua intervenção — não sobre a qualidade dos trabalhos, mas sobre as ideias subjacentes a estes. Este é igualmente o momento para clarificar e corrigir o conteúdo dos trabalhos e possíveis conceções incorretas acerca dos conceitos envolvidos.

Síntese. É fundamental que no final de cada aula seja reservado um espaço para clarificar, sintetizar e refletir acerca das ideias abordadas (Ponte, 2005). Este momento, segundo Ponte (2005), ajuda a evidenciar e clarificar aquilo que os alunos possam ter aprendido e pode ser conduzido através de várias estratégias, o Quadro 3.2 apresenta as utilizadas no âmbito destas seis aulas.

Quadro 3.2

Esquema com Momentos de Aula e Conteúdos a Abordar

Conteúdos	Momentos de Aula
Aula 1 - 27 de Fevereiro - Tarefa 1	
<ul style="list-style-type: none"> • Aspetos históricos e da natureza da Ciência na síntese industrial do amoníaco • Amoníaco como matéria-prima • Processo atual de obtenção industrial do amoníaco 	<p>Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; modo de trabalho (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>Discussão Apresentação à turma por cada um dos grupos do guião elaborado. Cada grupo dispõe, para tal, de 5 minutos. Questionamento dos alunos.</p> <p>Síntese A professora realiza um breve comentário à apresentação dos alunos. Realização da 2ª parte da tarefa — “vai mais além”. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>
Aula 2 - 5 de Março - Tarefa 2	
<ul style="list-style-type: none"> • Reação de síntese e de decomposição do amoníaco • Azoto e hidrogénio como matérias-primas para a produção industrial do amoníaco • Destilação fracionada do ar líquido e o processo de obtenção industrial do amoníaco • O hidrogénio como fonte de energia 	<p>Feedback ao trabalho dos alunos Feedback da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa Breve exposição relativa ao processo de destilação fracionada do ar líquido e matérias-primas para a produção industrial do amoníaco. Breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho dos alunos Realização da pesquisa e preparação da argumentação. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>Discussão Realização da discussão.</p> <p>Síntese Os alunos realizam o mapa de conceitos previsto na tarefa. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>

Conteúdos	Momentos de Aula
Aula 3 - 6 de Março - Tarefa 3	
<ul style="list-style-type: none"> • Aspetos quantitativos das reações químicas • Acerto de equações químicas • Quantidade de substância • Grau pureza de um material 	<p>Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>(Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações propostas pelos alunos)</p> <p>Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos.</p> <p>Síntese Breve exposição sobre os conceitos abordados. Questionamento dos alunos. Resolução de exercícios. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>
Aula 4 - 12 de Março - Tarefa 4	
<ul style="list-style-type: none"> • Aspetos quantitativos das reações químicas • Cálculos estequiométricos • Quantidade de substância • Reagente limitante e em excesso • Rendimento de reações químicas 	<p>Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>(Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações dos alunos)</p> <p>Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos. Questionamento dos alunos.</p> <p>Síntese Breve exposição sobre os conceitos abordados. Resolução de exercícios. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>

Conteúdos	Momentos de Aula
Aula 5 - 19 de Março - Tarefa 5	
<ul style="list-style-type: none"> • Implicações para a saúde e para o ambiente da libertação de amoníaco para a atmosfera • O contacto com o amoníaco no estado gasoso e em solução aquosa • Segurança na manipulação do amoníaco a elevadas pressões • Benefícios / desvantagens sociais e económicas da instalação de uma unidade fabril de amoníaco 	<p>Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos e dois alunos como moderadores); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho do aluno Realização da pesquisa e preparação da argumentação. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>Discussão Realização do jogo de papéis.</p> <p>Síntese A professora realiza um breve comentário à forma como decorreu o jogo de papéis. Realização da ata do jogo de papéis. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>
Aula 6 - 20 de Março - Tarefa 6	
<ul style="list-style-type: none"> • Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso diário • Perigos no manuseamento do amoníaco 	<p>Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar.</p> <p>Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade. (Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações dos alunos.)</p> <p>Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos. Questionamento aos alunos.</p> <p>Síntese <i>Feedback</i> da tarefa realizada. Cada grupo elabora um relatório da atividade desenvolvida (em casa). Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>

Ao longo das aulas procura-se que os alunos desenvolvam as várias competências preconizadas no programa de Física e Química A. O Quadro 3.3 resume as competências mobilizadas em cada aula.

Quadro 3.3

Competências Mobilizadas por Aula

Competências Mobilizadas		Aulas					
		1	2	3	4	5	6
Conhecimento Substantivo	Evidenciar conhecimento sobre os fenómenos em estudo nas suas múltiplas componentes	✓		✓	✓		✓
	Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa e resolução das tarefas propostas	✓		✓	✓		✓
	Compreender diferentes perspetivas em problemas actuais		✓			✓	
Conhecimento Processual	Realizar pesquisa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sistematizar a informação pesquisada	✓	✓			✓	
	Recolher e registar as observações de forma organizada			✓	✓		✓
	Resolver exercícios			✓	✓		
	Utilizar um <i>software</i> para simulação de um laboratório				✓		
	Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental						✓
	Executar com correção as técnicas utilizadas			✓			✓
Conhecimento Epistemológico	Discutir a natureza, as potencialidades e as limitações do empreendimento científico e as suas interações com a tecnologia, com a sociedade e com o ambiente	✓					
Raciocínio	Analisar e interpretar a informação recolhida	✓	✓			✓	
	Apresentar e explicar conceitos e ideias	✓	✓			✓	
	Ultrapassar as dificuldades encontradas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Formular questões		✓			✓	
	Planear uma experiência para dar resposta a um problema			✓	✓		✓
	Analisar as observações efetuadas à luz do correspondente quadro teórico			✓	✓		✓
	Discutir os limites da validade da atividade realizada			✓			✓
	Formular conclusões			✓	✓		✓

Competências Mobilizadas		Aulas					
		1	2	3	4	5	6
Atitudes	Colaborar na concretização de uma tarefa comum	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gerir o tempo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e de equipamentos						✓
	Adotar atitudes e comportamentos de segurança adequados à manipulação de produtos amoniacais comerciais						✓
Comunicação	Utilizar corretamente a linguagem científica	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Utilizar o potencial da Internet	✓	✓			✓	
	Ler os textos da pesquisa efetuada	✓	✓			✓	
	Discutir e debater ideias em grupo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Apresentar ideias e argumentar	✓		✓	✓		✓
	Manifestar argumentos em defesa das suas ideias		✓			✓	
	Apresentar e organizar as observações efetuadas			✓	✓		✓

Em cada aula é implementada uma tarefa, perfazendo assim um conjunto de seis, que se passam a descrever.

A *tarefa 1* é construída com o intuito de iniciar o estudo da subunidade “o amoníaco como matéria-prima” (Martins et al., 2003, p. 2). Pretende fazer uma introdução à unidade de ensino através da sua contextualização na síntese industrial do amoníaco. Com a sua realização procura-se promover o envolvimento do aluno num novo assunto escolar, recorrendo a uma pesquisa. Os alunos são introduzidos na problemática da tarefa através de um texto introdutório. O objetivo é a construção de um guião para um documentário de homenagem a Fritz Haber e Carl Bosch, pelo trabalho desenvolvido na síntese industrial do amoníaco. Numa primeira fase estabelecem os tópicos organizadores do trabalho, o que os ajuda na seleção e organização da informação recolhida, de forma a elaborar o guião pretendido. Após a

elaboração do guião, cada um dos grupos apresenta o seu trabalho à turma. Para finalizar, é pedido aos alunos que comentem um excerto de uma notícia fictícia, cujo intuito é levá-los a interpretar aspetos relacionados com a natureza da ciência.

A *tarefa 2* — Prós e Contras: Será o hidrogénio uma fonte de energia para o futuro? — é baseada numa das sugestões de atividades práticas de sala de aula que consta do programa de Física e Química A, do 11.º ano (Martins et al., 2003). O seu objetivo é que os alunos compreendam os fatores que envolvem a utilização desta fonte de energia, atendendo aos diferentes processos que atualmente são utilizados para a produção do hidrogénio e as suas aplicações, tendo em conta aspetos ambientais, custos de matérias-primas e rendimentos das reações. Na fase inicial, os alunos são envolvidos no problema que é levado a discussão. Em seguida, realizam a pesquisa e o tratamento da informação recolhida, de forma a participarem conscientemente na discussão. Nesta fase os alunos prepararam a sua argumentação, construindo algumas questões que lhes pareçam pertinentes para colocarem em discussão. A discussão é moderada por dois alunos. Após a realização da discussão os alunos elaboram um mapa de conceitos onde sintetizam as principais ideias.

A *tarefa 3* constitui uma tarefa de investigação onde inicialmente os alunos são confrontados com uma questão. De forma a dar resposta a essa questão, os alunos vão pesquisar, planear e realizar uma atividade experimental, para que através das observações efetuadas possam retirar conclusões que deem resposta à questão inicial. No final da tarefa é ainda pedido que indiquem as limitações da atividade realizada. Pretende-se, desta forma, que os alunos percebam as limitações do trabalho experimental e saibam apreciar a sua validade. Esta tarefa procura envolver os alunos no conceito científico de mole, através de um material muito presente no seu quotidiano, mas cuja composição lhes é geralmente desconhecida, o giz.

A *tarefa 4* inicia com um texto acerca da contaminação das reservas de água subterrânea do Bangladesh com arsénio. Após a leitura do texto é colocado um problema aos alunos. Para poderem dar resposta a este problema, os alunos planeiam uma atividade através da utilização de um simulador, realizam a atividade planeada, registam os dados obtidos, analisam e tiram conclusões com base nesses dados. Com a realização desta tarefa tomam conhecimento de um problema com impactos e implicações graves a nível social.

A *tarefa 5* — Uma fábrica de produção de amoníaco no nosso concelho — pretende envolver o aluno na compreensão da interligação de questões económicas e sociais com questões ambientais e promover a sua capacidade de argumentação. A estrutura desta tarefa é similar à *tarefa 2* com a diferença de que os alunos assumem um papel concreto e a síntese das principais ideias discutidas é realizada através da elaboração de uma ata.

A *tarefa 6* tem por base a proposta — “Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum” (Martins et al., 2003, p. 13) — que consta do programa de Física e Química A, do 11.º ano. Esta é estruturada de forma a constituir uma tarefa de cariz investigativo, onde inicialmente os alunos são envolvidos no assunto de estudo através de imagens alusivas a situações do quotidiano, colocando-se um problema que os alunos têm de solucionar através da pesquisa de informação e da planificação de uma atividade laboratorial. Pretende-se que os alunos tenham contacto com alguns dos produtos do quotidiano, que contêm amoníaco ou compostos de amónio na sua composição, através da análise das informações contidas nos rótulos das embalagens. Segue-se a planificação de uma experiência que lhes permite identificar, ou não, a presença de amoníaco ou compostos de amónio nesses mesmos produtos. Na realização da experiência planificada, os alunos registam de forma organizada as observações efetuadas, tiram conclusões e procuram perceber as limitações

do trabalho realizado. Concluída esta fase realiza-se uma discussão coletiva.

Avaliação de Competências

Quando se ensina ciência numa perspectiva CTSA e se recorre a estratégias como o ensino por investigação ou a discussão, pretende-se que os alunos desenvolvam uma conjunto de competências, tentando-se “valorizar contextos de descoberta e não apenas contextos de justificação” (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p. 174). Mais que transmitir de conteúdos científicos, “o que é importante é que todos tenham a oportunidade de aprender o suficiente para não serem excluídos da dimensão da experiência moderna” (DeBoer, 2000, p. 596). A avaliação deve, portanto, ser coerente com esta perspetiva e “não deve ser associada à ideia redutora de classificação” (Martins et al., 2001, p. 11). Assim entendida, a avaliação toma um carácter formativo, constituindo “um processo intencional e continuado que vai acontecendo no dia a dia da sala de aula”, onde mais do que conteúdos científicos estanques, é avaliado o desenvolvimento de determinadas competências necessárias para que os alunos cresçam a nível pessoal, social e profissional (Galvão et al., 2006; Martins et al., 2001). Sendo o objetivo fundamental da avaliação o desenvolvimento de determinadas competências no aluno, Galvão et al. (2006) entendem que a “atenção ao modo como ele compreende ou não o que se lhe propõe e como responde às solicitações, é o primeiro passo para identificar as suas dúvidas e ajudá-lo a ultrapassá-las” (p. 21).

No âmbito desta proposta didática a avaliação dos alunos é coerente com estes pressupostos e, por isso, o seu objetivo fundamental visa o desenvolvimento de determinadas competências. Adotam-se instrumentos de avaliação (Apêndice C) adequados a cada uma das tarefas e às competências que se pretende que os alunos desenvolvam (Galvão et al., 2006). A avaliação é realizada por grupo e não por aluno, uma vez que em todas as aulas os alunos

trabalham deste modo. Os instrumentos de avaliação são adaptados de Galvão et al. (2006) e permitem sistematizar a informação recolhida durante as aulas e na correção da resolução das tarefas, através da definição de critérios e quatro níveis de descrição para os mesmos, o que “ajuda a posicionar cada grupo numa determinada categoria” (Galvão et al., 2006, p. 15).

Síntese

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação científica e didática da proposta que vai ser implementada numa turma de 11.º ano de Física e Química A, nas subunidades “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente”. Esta proposta assenta numa abordagem CTSA que permite aos alunos mobilizarem determinadas competências essenciais ao desenvolvimento da literacia científica. A sua concretização prevê a realização de um conjunto de tarefas, onde os alunos trabalham colaborativamente. Durante este conjunto de aulas é valorizada a avaliação de competências.

CAPÍTULO IV

Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados

Neste capítulo descreve-se os métodos e instrumentos de recolha de dados que são utilizados na realização deste trabalho. Apresenta-se o método de investigação utilizado, caracterizam-se os participantes, descrevem-se os instrumentos de recolha de dados e, por último, analisam-se os dados recolhidos.

Método de Investigação

A investigação qualitativa dirige os seus estudos para o campo da interpretação de significados, em detrimento da quantificação de variáveis. Um investigador qualitativo tem uma constante preocupação com a perceção dos participantes relativamente ao meio onde estão inseridos (Bogdan & Biklen, 1994; Lessard-Hébert, Goyette & Boutin, 2005; Taylor & Bogdan, 1984), com as suas crenças e com as suas relações pessoais. Segundo Bogdan e Biklen (1994) “os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitem tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador” (p. 51).

Bogdan e Biklen (1994) identificam cinco características da investigação qualitativa, 1) os dados são as situações naturais e a sua recolha cabe essencialmente ao investigador que para tal se envolve, frequentemente, no meio em estudo; 2) é essencialmente descritiva na forma como expõem os dados; 3) a ênfase é colocada no processo como um todo e não apenas na

análise de resultados; 4) a análise de dados é indutiva, “como um funil: as coisas estão abertas de início (ou no topo) e vão-se tornando mais fechadas e específicas no extremo” (p. 50); e 5) a perspetiva do sujeito é o ponto nuclear, dando especial ênfase ao significado dos fenómenos em estudo.

Participantes

Este trabalho é levado a cabo numa escola situada no distrito de Setúbal, concelho de Almada. Esta escola, com aproximadamente 1500 alunos, possui 2.º e 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário (Costa, Morais, Lopes, Reis, Pinto, Cruz & Marques 2009). Trata-se da sede de um agrupamento de escolas que engloba, para além desta, mais três escolas do 1.º ciclo (Costa et al., 2009). Tendo comemorado este ano letivo o seu 40.º aniversário, a escola apresenta uma arquitetura típica da sua época, encontrando-se organizada por blocos independentes. Um dos seis blocos que a constituem está equipado com um laboratório de Física e dois de Química. Estes laboratórios e restantes salas de aula não estão equipados com computadores. A realização de tarefas com utilização de computadores requer a requisição de portáteis e apenas existem dez para toda a escola. No entanto, a escola encontra-se coberta por rede *wireless*, o que torna possível o acesso à Internet em qualquer ponto.

Participam neste trabalho alunos de uma turma do 11.º ano de escolaridade, do curso científico-humanístico de ciências e tecnologias. A turma é constituída por 24 alunos. Desses 24 participantes, 10 são do sexo feminino e 14 são do sexo masculino, com média de idades de 16 anos. A Figura 4.1 apresenta a distribuição da idade dos participantes.

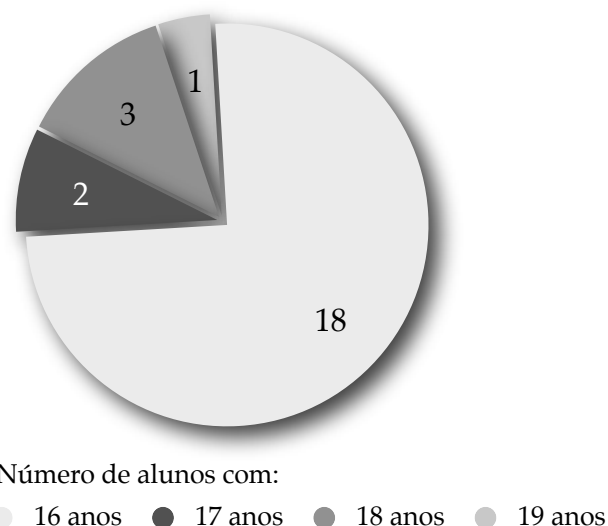


Figura 4.1. Distribuição da idade dos participantes.

Quanto ao aproveitamento escolar dos participantes, pode ser observado através do quadro seguinte que a maioria dos alunos não apresenta retenções escolares e apenas dois alunos estão a repetir o 11.º ano de escolaridade.

Quadro 4.1
Aproveitamento Escolar dos Participantes

	N.º de alunos
sem retenções	18
com retenções no 11.º ano	2
com retenções anteriores	3
a fazer melhoria de nota	1

Os professores da turma consideram que o seu aproveitamento é bom e o seu comportamento é adequado. Especificamente na disciplina de Física e Química a maioria dos alunos tem aproveitamento positivo.

Relativamente à qualificação académica dos pais ou outros elementos com quem os alunos participantes vivem, verifica-se que a maioria possui o ensino secundário ou superior (Quadro 4.2).

Quadro 4.2

Qualificação Académica dos Pais ou outros Membros do Agregado Familiar

	N.º de Mães	N.º de Pais	N.º de Outros
1.º ciclo	0	0	1
2.º ciclo	0	0	1
3.º ciclo	2	2	1
ensino secundário	9	9	0
ensino superior	12	9	0

Durante a realização do trabalho é mantido o anonimato dos participantes. É ainda assegurado o seu consentimento informado. Antes de se iniciar a recolha de dados, todos os participantes são informados dos propósitos e procedimentos deste trabalho, tendo sido feito o pedido de autorização aos encarregados de educação (Apêndice D).

Instrumentos de Recolha de Dados

Vários autores consideram três instrumentos distintos na recolha de dados, nomeadamente a entrevista, a observação e os documentos escritos (Lessard-Hébert et al., 2005; Lüdke & André, 1986; Patton, 2002; Taylor & Bogdan, 1984; Tuckman, 2005). De seguida, apresenta-se cada um destes instrumentos.

Entrevista

A entrevista é um instrumento frequente na recolha de dados qualitativos. Consiste numa “interação verbal entre o entrevistador e o entrevistado” (Afonso, 2005, p. 97), com o objetivo de obter um conhecimento mais aprofundado das perspetivas dos sujeitos, acerca de um determinado tema (Bogdan & Biklen, 1994; Tuckman, 2005). Como vantagem, relativamente a outras técnicas, destaca-se “a captação imediata e corrente da informação desejada” (Lüdke & André, 1986, p. 34). Segundo alguns autores (Afonso, 2005; Bogdan & Biklen, 1994; Hancock & Algozzine, 2006; Lüdke & André, 1986) esta pode ser classificada, quanto ao seu grau de estruturação, em três tipos — estruturada, semi-estruturada e não estruturada — dependendo do desenho do guião utilizado para a encaminhar (Afonso, 2005; Bogdan & Biklen, 1994). Existem ainda outros autores que defendem outras formas de classificação, por exemplo, Lessard-Hébert et al. (2005), referindo Powney e Watts (1987) sugerem duas categorias: “a entrevista orientada para a resposta” e “a entrevista orientada para a informação” (p. 162). Na primeira, o entrevistador controla o processo da entrevista, num quadro pré-estabelecido, com o objetivo de recolha de informação. Situa-se sobretudo ao nível de uma entrevista estruturada podendo assumir uma forma semi-estruturada. A segunda orienta-se de forma menos estruturada que a primeira e é utilizada sobretudo para perceber a perceção e os pontos de vista dos sujeitos. Este tipo de entrevista pode ser considerado como uma forma de explorar o género de informação disponível, quando a linha de investigação a seguir não está completamente fechada (Lessard-Hébert et al., 2005).

Neste trabalho opta-se por realizar uma entrevista em grupo focado. Dado o número de participantes envolvidos, são formados três grupos homogêneos com oito participantes cada. A formação destes grupos tem por

base os critérios defendidos por Patton (2002), que defende que o grupo deve ser constituído por seis a dez pessoas com um *background* semelhante.

As entrevistas em grupo focado segundo Bogdan e Biklen (1994) “transportam o entrevistador para o mundo dos sujeitos” (p. 138), permitindo-lhe aperceber-se da perceção dos sujeitos, enquanto grupo, relativamente ao tema em estudo. Patton (2002), citando Krueger e Casey (2000), refere que ao contrário da entrevista pessoal, na entrevista em grupo focado, os participantes ouvem as respostas um dos outros e podem fazer comentários adicionais à sua resposta original. Bogdan e Biklen (1994) consideram ainda que assim podem ser obtidas “novas ideias sobre temas a discutir em entrevistas individuais” (p. 138).

Vários autores levantam algumas dificuldades inerentes a este formato de entrevista, tais como: a influência do coletivo sobre o indivíduo, sobretudo na presença de indivíduos com tendência para assumir o controlo da sessão (Afonso, 2005; Bogdan & Biklen, 1994); a orientação das respostas num sentido “socialmente desejável” (Cozby, 1989 citado por Afonso, 2005, p. 101); e o facto do entrevistador não conseguir obter o mesmo nível de profundidade no relacionamento com o entrevistado, que consegue com a entrevista individual (Taylor & Bogdan, 1984). Devem ainda ser consideradas algumas dificuldades de carácter técnico como a transcrição da entrevista devido à sobreposição de vozes na gravação (Afonso, 2005; Bogdan & Biklen, 1994) e o duplo papel — entrevistador e moderador — que o investigador terá de assumir na condução da entrevista (Afonso, 2005).

Após a realização de uma entrevista segue-se a sua transcrição. Segundo Cohen, Manion e Morison (2007) esta é uma fase crítica, pois pode haver perda de dados, distorção e redução da complexidade do seu conteúdo. Para este autor, a entrevista mais do que uma simples recolha de dados é um encontro entre duas (ou mais) pessoas e é quase inevitável a privação de dados

relativamente ao material original, uma vez que a transcrição é a passagem de um código “oral e interpessoal” para um “linguagem escrita” (p. 367). Kvale (1996) citado por Cohen et al. (2007) sugere que o termo “*trans* indica alteração de estado”, logo a transcrição é uma transformação seletiva que em sentido figurado pode ser entendida “como que um ecrã opaco entre o investigador e a situação original” (p. 367). Cohen et al. (2007) sugerem alguns aspetos a ter em conta na transcrição da entrevista, tais como: prestar atenção ao que está a ser dito, ao tom de voz, às inflexões da voz, à ênfase que o entrevistado coloca em determinados momentos, às interrupções, à forma de falar (mais ou menos entusiasta), à rapidez com que fala, se fala continuamente ou com interrupções e a outros acontecimentos que possam despertar a atenção do entrevistador.

Observação

A observação para vários autores (e.g. Bogdan & Biklen, 1994; Cohen et al., 2007; Fontana & Frey, 2005; Hancock & Algozzine, 2006; Koshy, 2005; Lüdke & André, 1986) desempenha um papel central na investigação qualitativa. Estes autores defendem que, como instrumento de recolha de dados, a observação é um processo natural que permite um contacto direto ao meio em estudo, onde o investigador pode observar, por si mesmo, a forma de atuar dos participantes no seu meio natural. Lüdke e André (1986) enumeram como vantagens deste método de recolha de dados o contacto direto com o objeto de estudo, a possibilidade de descobrir novos tópicos do problema em estudo e a possibilidade de recolher dados, mesmo quando outras formas de comunicar não são possíveis.

Quando se leva a cabo uma observação num determinado processo de investigação, há fatores a considerar antes e após a entrada em campo. Hancock e Algozzine (2006) identificaram cinco: a) perceber o que deve ser observado; b) criar um guião de apoio à observação; c) preparar o acesso aos participantes; d)

saber afastar o seu papel pessoal do papel de investigador; e e) respeitar os princípios éticos e legais referentes aos participantes.

À semelhança do que sucede nas entrevistas, também as observações podem situar-se num *continuum* entre dois pólos, as estruturadas e as não estruturadas (Cohen et al., 2007). Na observação estruturada o observador tem um conhecimento prévio do que pretende observar e as categorias de análise encontram-se preestabelecidas. Este tipo de observação é sistemática, registada em grelhas ou tabelas e, normalmente, gera dados numéricos ou quantitativos. Na semi-estruturada existe um objetivo de estudo definido. No entanto, não obedece a grelhas rígidas e os dados recolhidos podem trazer novos tópicos de análise até aqui desconhecidos. Relativamente à não estruturada, o observador parte sem um objetivo de observação bem definido e observa simplesmente o que acontece. Desta forma, procura nos dados obtidos um contributo para a definição do seu objeto de estudo (Cohen et al., 2007). Quando o observador tem conhecimento sólido do que pretende observar — questão de estudo formulada e categorias estabelecidas — pode ser vantajoso partir para campo com um guião de observação bem estruturado. Apesar da sua preparação ser mais trabalhosa e demorada, possibilita comparar e analisar de forma mais rápida os dados obtidos. Por outro lado, uma observação menos estruturada requer menos tempo de preparação, mas a análise de dados é mais trabalhosa e demorada (Cohen et al., 2007).

O papel do investigador, enquanto observador, pode assumir diferentes graus de participação. Vários autores (Bogdan & Biklen, 1994; Cohen et al., 2007; Lüdke & André, 1986) veem-no como um *continuum* entre a participação completa e o observador completo. O papel de participação completa é o limite superior deste *continuum*. Neste caso, o observador envolve-se por completo no meio em estudo, podendo, eventualmente, os participantes desconhecer a identidade do investigador e os propósitos em estudo (Cohen et al., 2007; Lüdke & André, 1986). No limite oposto encontra-se o observador completo,

que Bogdan e Biklen (1994) designam por naturalista, onde a envolvimento com o meio é tão ténue que, tal como na participação completa, os participantes podem não se aperceber que estão a ser observados (Cohen et al., 2007; Lüdke & André, 1986). Entre estes dois limites Cohen et al. (2007) consideraram o papel de participante enquanto observador (mais próximo da participação completa) e o de observador enquanto participante (mais próximo do observador completo). Optar por um determinado tipo de estrutura ou por um determinado papel depende do que se pretende da observação. Neste trabalho, opta-se por uma observação do tipo semi-estruturado, uma vez que existe um objetivo previamente definido, mas não fechado a novos tópicos de análise. Quanto ao observador, este assume o papel de participante enquanto observador.

O relato escrito da observação são as notas de campo (Bogdan & Biklen, 1994). No presente trabalho, o observador parte para campo sem um guião estruturado, tomando livremente as suas notas (Cohen et al., 2007). De forma a complementá-las e enriquecê-las, o observador, para além da componente descritiva, inclui ainda aspetos reflexivos (Bogdan & Biklen, 1994; Tuckman, 2005). Os aspectos descritivos podem englobar o retrato dos sujeitos, a reconstrução do diálogo, a descrição do espaço físico, o relato de acontecimentos particulares, a descrição de atividades e o comportamento do observador (Bogdan & Biklen, 1994). Enquanto que na componente reflexiva, o observador coloca a sua análise subjetiva que pode incluir o seu ponto de vista e clarificações quando existam situações que possam ser confusas (Bogdan & Biklen, 1994).

Como complemento às notas de campo são, ainda, utilizados registos áudio das observações efetuadas. Para Lessard-Hébert et al. (2005) a principal vantagem deste sistema "é a de garantir a *conservação* intacta da informação, isto é, tal qual ela foi recolhida durante o trabalho de campo" (p. 154). Os dados obtidos podem posteriormente ser relacionados com os dados das notas de

campo, complementando-os e aumentando a sua consistência. No âmbito deste trabalho, e uma vez que o modo de trabalho dos alunos é em grupo, é escolhido, aleatoriamente, um grupo de alunos por aula para realizar o registo áudio, perfazendo assim um total de seis registos áudio.

Documentos Escritos

Adicionalmente à recolha de dados através da entrevista e da observação, podem ser ainda utilizados documentos escritos. Os documentos escritos são importantes na contextualização e na construção do quadro global da investigação (Koshi, 2005). Alguns exemplos de documentos escritos utilizados na investigação em educação, podem ser leis, atas de reuniões, planos de aula, trabalhos realizados pelos alunos, sítios da internet, etc. (Hancock & Algozzine, 2006; Koshi, 2005; Lüdke & André, 1986). No âmbito deste trabalho os documentos escritos utilizados são (1) as tarefas realizadas pelos alunos; (2) as reflexões individuais realizadas no final de cada uma das tarefas, onde os alunos refletem acerca das aprendizagem realizadas e das dificuldades encontradas; e (3) documentos oficiais, nomeadamente o projeto educativo do agrupamento e os registos biográficos utilizados na caracterização dos participantes. A recolha de dados através destas fontes tem como vantagens revelar aspetos do meio em estudo, obter informação difícil de transmitir oralmente, completar outras fontes de dados, utilizar a informação recolhida para outros estudos, ser estável e fiável e fundamentar a subjetividade inerente às entrevistas (Hancock & Algozzine, 2006; Koshi, 2005; Lüdke & André, 1986). Quanto às desvantagens, estas passam sobretudo por fatores como a necessidade de estabelecer uma plena confiança entre o investigador e os participantes para que lhe seja facilitado o acesso aos documentos; a utilização de critérios pessoais do investigador, na escolha e seleção de documentos; a análise, por vezes, demorada e difícil no caso de documentos extensos; e a não

representação do ambiente natural do meio em estudo (Koshi, 2005; Lüdke & André, 1986). Os documentos escritos, como fonte de dados, são analisados não como dados objetivos, mas sim como forma de entrar na perspectiva da pessoa que os utilizou e/ou escreveu (Taylor & Bogdan, 1984).

Triangulação

No âmbito deste trabalho, a questão da validade é assegurada através da triangulação. Este processo aumenta o alcance, a profundidade e a consistência da investigação (Campbell & Fiske, 1959 citado por Cohen et al., 2007; Flick, 2004). Vários autores (Denzin, 1989 citado por Flick, 2004; Miles & Huberman, 1994) distinguem quatro tipos de triangulação: a) a triangulação de dados, que se refere à confrontação de diferentes fontes de dados e não deve ser confundida com a utilização de métodos distintos para os produzir; b) a triangulação pela teoria, onde são abordados vários pontos de vista teóricos; c) a triangulação do investigador, em que diferentes entrevistadores ou observadores procuram detetar desvios à subjetividade do fator investigado; e d) a triangulação metodológica, dentro da qual se deve diferenciar a triangulação dentro do método, da triangulação entre métodos. Enquanto a primeira é utilizada para verificar reprodutibilidade de um estudo ou a fiabilidade de uma teoria, a segunda verifica a convergência entre diferentes recolhas de dados com um objetivo comum. Neste trabalho opta-se pela triangulação dados, pois o objetivo é comparar dados obtidos, através de diferentes instrumentos de recolha, nomeadamente entrevista em grupo focado, observação naturalista e documentos escritos.

Análise de Dados

O final do processo de recolha de dados dá origem a uma nova fase no trabalho de investigação, a análise dos dados. No entanto, não se deve ficar com ideia que estes dois processos são estanques. Na realidade, o processo de recolha de dados não termina propriamente no momento em que se inicia a análise dos mesmos. O que acontece é que, por vezes, a análise de dados gera novas questões e desta forma tem que se retroceder novamente à recolha de dados na busca de novas evidências (Strauss, 1987). A informação recolhida, através dos vários instrumentos de recolha, constitui agora os dados da investigação (Tuckman, 2005). Segundo Stringer (2007), a análise de dados processa essa informação de forma a fazer emergir os tópicos de análise mergulhados nos dados, sendo o resultado dessa análise um conjunto de conceitos e ideias que ajudam a perceber a problemática em estudo.

Dentro dos processos de análise de dados, vários autores propõem diferentes teorias (Hancock & Algozzine, 2006; Miles & Huberman, 1994; Strauss, 1987; Stringer, 2007). Miles e Huberman (1994) sugerem a divisão deste processo em três momentos: redução de dados, organização de dados, conclusão e verificação. No primeiro momento é realizada uma seleção, simplificação e transformação dos dados recolhidos. É aqui que surge o primeiro momento de interpretação que, conforme o autor defende, é iniciado na fase de recolha de dados e continua na fase de conclusão e verificação. Na organização de dados, estes são estruturados de forma a emergir um conjunto de tópicos de análise. Esta fase permite “visualizar” os dados de forma a compreender os conceitos que dali emergem e, eventualmente, aperfeiçoar a análise de dados ou planificar uma nova análise. Por fim, chega-se à conclusão e verificação. É nesta fase que se dá o culminar de interpretação dos dados obtidos que teve início na recolha dos mesmos. Aqui, são extraídos os significados dos tópicos explorados.

A codificação de dados é um sistema que permite a identificação de categorias e subcategorias (Bogdan & Biklen, 1994). Para Lüdke e André (1986) esta consiste numa “classificação dos dados de acordo com as categorias teóricas iniciais ou segundo conceitos emergentes” (p. 48). Segundo Bogdan e Biklen (1994) a elaboração de uma lista de categorias é “um passo crucial na análise de dados” (p. 221). O mesmo autor vê o processo de codificação como a ação que se desenvolve desde a “procura de regularidade e padrões, bem como de tópicos presentes nos dados”, à criação de uma lista de “palavras e frases que representem estes mesmos tópicos e padrões” e que se designa por “categoria de codificação” (p. 221). Após a codificação dos dados em categorias de análise, por vezes, manifesta-se a necessidade de subdividir determinadas categorias, de forma a facilitar a composição e apresentação dos mesmos, criando-se as subcategorias de análise (Lüdke & André, 1986). Em toda esta fase é sempre importante ter presente critérios de objetividade, para que a validade dos resultados não seja afetada (Lüdke & André, 1986).

Os quadros seguintes ilustram as categorias e subcategorias, referentes às três questões que orientam este trabalho e os respetivos instrumentos de recolha de dados.

Quadro 4.3

Categorias de Análise Respeitantes às Estratégias Usadas pelos Alunos para Realizar as Tarefas que Promovem uma Abordagem CTSA

Categorias	Recolha de dados		
	Observação Naturalista	Entrevista	Documentos Escritos
Pesquisar e selecionar informação	✓	✓	✓
Trabalhar em grupo	✓		✓
Partilhar ideias	✓	✓	✓
Utilizar conceitos científico	✓		✓

Quadro 4.4

Categorias de Análise Respeitantes às Dificuldades que os Alunos Enfrentam na Realização das Tarefas

Categorias	Subcategorias	Recolha de dados		
		Observação Naturalista	Entrevista	Documentos Escritos
Competências de conhecimento e raciocínio	Planificar	✓		✓
	Tirar conclusões	✓		✓
Competências de comunicação	Utilizar linguagem científica	✓		✓
	Apresentar à turma	✓		✓
	Argumentar		✓	✓
Competências de atitude	Gerir o tempo	✓	✓	✓

Quadro 4.5

Categorias de Análise Respeitantes à Avaliação que os Alunos Fazem Acerca das Tarefas Realizadas

Categorias	Recolha de dados		
	Observação Naturalista	Entrevista	Documentos Escritos
Interesse	✓	✓	✓
CTSA		✓	✓

Síntese

Este capítulo é dedicado à apresentação dos métodos e instrumentos de recolha de dados utilizados no presente trabalho. De modo a obter resultados que permitam responder às questões que o orientam, são recolhidos dados através da entrevista em grupo focado, da observação naturalista (notas de campo e registos áudio) e de documentos escritos. É realizada uma triangulação dos dados recolhidos, com a finalidade de assegurar a sua validade. Após a recolha de dados, estes são analisados, tendo em conta as questões orientadoras deste trabalho.

CAPÍTULO V

Resultados

No presente capítulo apresentam-se os resultados organizados de acordo com as questões orientadoras deste trabalho. Assim, a primeira secção deste capítulo é dedicada às estratégias usadas pelos alunos para realizar as tarefas que promovem uma abordagem CTSA; a segunda às dificuldades que os alunos enfrentam na realização das tarefas; e a terceira à avaliação que os alunos fazem das tarefas realizadas. Cada uma destas secções encontra-se, por sua vez, dividida tendo em conta as categorias e subcategorias, decorrentes da análise de dados apresentada no capítulo anterior.

Estratégias Usadas pelos Alunos na Realização de Tarefas que Promovem uma Abordagem CTSA

As estratégias usadas pelos alunos, na realização de tarefas que promovem uma abordagem CTSA, resultaram da análise de conteúdo dos dados obtidos através da observação naturalista, entrevista em grupo focado e documentos escritos. Desta análise emergiram as categorias pesquisar e seleccionar informação, trabalhar em grupo, partilhar ideias e utilizar conceitos científicos.

Pesquisar e Selecionar Informação

A pesquisa e seleção de informação, como estratégia na realização das tarefas propostas, foram evidenciadas nas reflexões escritas pelos alunos, nas transcrições das entrevistas em grupo focado, nas notas de campo e nas transcrições dos registos áudio das aulas.

Na reflexão escrita, a maioria dos alunos mencionou ter usado esta estratégia. Alguns exemplos são apresentados nos seguintes excertos: “(...) recolhemos a informação pretendida (...)”; “fizemos pesquisa (...)”; e “todos realizámos pesquisas (...), o que nos ajudou bastante (...)”.

Também na entrevista em grupo focado, os alunos foram questionados sobre as estratégias que utilizaram, tendo-se obtido as seguintes respostas:

A1 — Tentámos pesquisar alguma informação, também em casa.

A3 — Utilizamos a Internet.

A4 — Líamos a informação recolhida, tentávamos retirar as ideias principais.

A5 — Partilhávamos a informação que tínhamos e tentávamos escolher o essencial.

(Entrevista, grupo 3, março 2012)

Os meios utilizados para realizar a pesquisa de informação foram maioritariamente a Internet e o manual escolar. Por exemplo, na transcrição da entrevista realizada ao segundo grupo, um dos alunos referiu que “(...) ia ver mais ou menos ao manual escolar o que era preciso pesquisar e depois Internet, ou assim, tentava aprofundar mais”. Seguem-se outros exemplos retirados das transcrições das entrevistas.

A3 — Fomos à Net.

A4 — Ao manual.

A1 — Basicamente foi através de pesquisas na Internet, no manual e (...).

A3 — No computador, no manual ...
(...)

A1 — Com algumas coisas que nos lembrávamos do ano passado. Tentávamos falar, para ver se batia certo as ideias, e depois confirmávamos no manual e Internet, também.
(Entrevista, grupo 1, março 2012)

A utilização dos referidos meios de pesquisa foi, igualmente, verificada nas transcrições dos registos áudio. Os seguintes excertos ilustram este facto.

A2 — Olha isto está num *site* que encontrei: a síntese do amoníaco a partir dos seus elementos constituintes.

A1 — Está aqui a dizer (...) permitiu a produção de fertilizante. Isto é importante.

A3 — Isso estava no *site*?

A1 — Depois tem aqui o processo de Haber.

A2 — Ah! Isso é fixe.

A1 — Abre lá aí o livro.

A3 — Em processo Haber—Bosch, não é?

A2 — Está aqui! Vá, vamos lá.

A1 — Primeiro eu acho que devíamos começar com uma cena assim (...)

(Registos áudio, aula 1, março 2012).

A1 — Vai lá ver aí ao livro. Tens aí o livro à mão.

(...)

A2 — Vai lá aí à net e vê como determinar a concentração.

(Registos áudio, aula 3, março 2012).

Ainda na entrevista em grupo focado, a maioria dos alunos referiu que quando pesquisa, parte de um tema principal, como é visível no seguinte excerto:

A5 — Primeiro pomos o tema principal.

A1 — Vemos mais ou menos o que é pedido nos vários pontos que a stôra pede ...

(Entrevista, grupo 2, março 2012)

e após a leitura da informação recolhida seleccionam o que lhes parece relevante para a realização da tarefa.

A4 — E resumíamos quando estávamos juntos.

A1 — Sim, os assuntos mais relevante sublinhávamos.

A2 — Tirávamos as partes mais importantes.

P — Faziam resumos?

A2 — Sim, entre nós, fazíamos.

(Entrevista, grupo 1, março 2012)

Estes resultados foram também encontrados nas notas de campo, onde a professora escreveu: “os alunos pesquisaram informação essencialmente na Internet e no manual” (Notas de campo, aula 1, março 2012), “após a pesquisa da informação sublinharam os conteúdos que lhes pareceram mais importantes” (Notas de campo, aula 2, março 2012). A professora registou, ainda, nas suas notas de campo que “alguns grupos já traziam de casa alguma pesquisa sublinhada com marcador fluorescente” (Notas de campo, aula 5, março 2012).

Em síntese, a pesquisa e seleção de informação foi uma das estratégias usadas pelos alunos na realização das tarefas propostas. Como meio de pesquisa, utilizaram essencialmente a Internet e o manual escolar.

Trabalhar em Grupo

O trabalho em grupo foi outra das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução das tarefas propostas. Nas notas de campo este facto foi evidenciado em todas as tarefas realizadas. Por exemplo, na primeira a professora redigiu que “os alunos sentaram-se em grupo e começaram a trabalhar” (Notas de campo, aula 1, março 2012) e na terceira aula que “os alunos formaram grupos (...) e começaram a trabalhar” (Notas de campo, aula 3, março 2012). Também a reflexão escrita pelos alunos corrobora esta evidência, para todas as tarefas. Um dos alunos indicou que “trabalhámos bem como grupo, entreajudámo-nos na realização das tarefas” e outro escreveu que “perfeitamente, gosto de trabalhar em conjunto com eles” (Reflexão escrita, março 2012). Nestes documentos é visível que, para a maioria dos alunos esta foi uma estratégia que funcionou bem.

Partilhar Ideias

Ao refletirem sobre a forma como funcionaram em grupo, a maioria dos alunos mencionou a partilha de ideias. Por exemplo, um dos alunos indicou que “trocámos ideias entre nós”, e ainda outro que “ouvimo-nos uns aos outros e trocámos ideias para facilitar a sistematização dos argumentos” (Reflexão dos alunos, março 2012).

Na entrevista em grupo focado esta estratégia foi igualmente mencionada, como se pode verificar nos seguintes extratos:

A5 — Partilhávamos a informação que tínhamos e tentávamos escolher o essencial.

(Entrevista, grupo 3, março 2012)

A1 — Sim, falávamos entre nós e ...

(Entrevista, grupo 2, março 2012)

A2 — Depois trocávamos ideias uns com os outros.

A1 — Com algumas coisas que nos lembrávamos do ano passado. Tentávamos falar, para ver se batia certo as ideias, e depois confirmávamos no manual e Internet, também.

(Entrevista, grupo 1, março 2012)

Do mesmo modo, também as notas de campo sugerem o uso desta estratégia. Nas anotações, realizadas na primeira e segunda aula, a professora escreveu: “num dos grupos um aluno leu excertos da informação pesquisada aos seus colegas, (...) depois em conjunto partilharam ideias sobre essa informação” (Notas de campo, aula 1, março 2012) e “os grupos após terem realizado a pesquisa (...) discutiram entre todos os tópicos que consideraram importantes para a realização da tarefa (...)” (Notas de campo, aula 2, março 2012).

Além da entrevista em grupo focado, da reflexão escrita e das notas de campo, a troca de ideias, como estratégia, é ainda manifestada na transcrição dos registos áudio. Seguidamente apresentam-se alguns exemplos:

A2 — E se a gente puséssemos isto aqui.

A4 - Sim, isso é importante.

(...)

A1 — Pronto, e se agora começássemos assim: Fritz Haber, um Físico e Químico alemão, nascido (...)

A2 — Por que é que não metes aqui, e depois dizes (...)

(Registos áudio, aula 1, março 2012)

A5 — Eh! Pá! Como é que vocês já sabem isso? Como é que calcularam isso? Como é que sabem isso?

A4 — Explica-lhe.

A3 — É assim (...)

(Registos áudio, aula 3, março 2012)

A1 — Nós temos alguma coisa que garanta que a fábrica de amoníaco é segura? É que nos vão acusar, que não é.

A2 — Mas se nós construirmos uma fábrica é bom.

A1 — Sim, mas eles vão dizer que não, por causa do ambiente.

(...)

A2 — Nós somos as pessoas que queremos instalar a fábrica, não é? Então, temos que mostrar aos outros que ...

A3 — Que esta fábrica vai fazer bem à população.

(...)

A2 — Como é que podemos dizer isso?

A3 — A gente pode dizer que se seguirmos as normas de segurança não vai haver problema.

A4 — Sim, isso.

A1 — Então eles podem estar com medo do amoníaco, mas amoníaco existe em toda a parte.

A2 — Então, como é que vamos dizer isso?

A1 — Primeiro vamos ter que dizer quais são as vantagens, as aplicações...

A3 — Espera, então vamos lá. Primeiro dizemos que (...)

A1 — Sim. É isso temos que dizer, as vantagens. Há algum problema com o amoníaco no estado líquido?

A2 e A3 — Sim, nos solos.

A1 — Então, mas nos solos o amoníaco até é bom.

A4 — Mas diz aqui que no estado de vapor tem riscos para a saúde.

A1 — Ah! Sim.
(Registos áudio, aula 3, março 2012)

As evidências, anteriormente apresentadas, mostram que a partilha de ideias foi outra das estratégias usada pelos alunos na resolução das tarefas.

Utilizar Conceitos Científicos

Quanto à utilização de conceitos científicos, foram recolhidas evidências nos registos áudio e nas notas de campo, em como esta é uma das estratégias utilizadas, pelos alunos, na resolução das tarefas propostas. Por exemplo, nos excertos que se seguem é possível verificar o referido.

A3 — Não, isso é a massa molar. É com um “M” grande. Lá! (...)

A4 — “m” é a massa da amostra.

(...)

A3 — Depois vais aqui ver como é só um cálcio, tu vês aqui, é 40,08 (...) depois vais aqui, vês o carbono, o carbono é 12, é 12,01, e do oxigénio, como é O₃ é três vezes 16.

A4 — 16 que é a massa...

(...)

A3 — Sobre a massa molar que é o que fomos achar agora.

A5 — “n”?

A3 — Igual a “m” pequenininho que é a massa do giz

(Registos áudio, aula 3, março 1012)

A4 — Sim, temos a massa. Agora com isto aqui calculas a massa molar. Isto é a massa. Isto é a massa molar ...

A3 — Depois encontras as moles, que é n, igual a m, sobre massa molar.

(Registos áudio, aula 4, março 1012)

As notas de campo indicam que na segunda aula “dois alunos do grupo C leram, no manual, o processo de obtenção do hidrogénio para verificarem as matérias-primas envolvidas neste processo” (Notas de campo, março 2012), o que também corrobora a utilização de conceitos científicos como uma das estratégias que os alunos utilizam para a resolução das tarefas.

Dificuldades que os Alunos Enfrentam na Realização das Tarefas

As dificuldades sentidas pelos alunos foram agrupadas em três categorias, nomeadamente competências de conhecimento e raciocínio, competências de comunicação e competências de atitudes.

Competências de Conhecimento e Raciocínio

Relativamente a esta categoria, duas subcategorias foram identificadas: planificar e tirar conclusões.

Planificar

Algumas tarefas exigiam a planificação de uma atividade. Quando analisada a reflexão escrita pelos alunos, acerca destas tarefas, verificou-se que na terceira tarefa um dos alunos indicou ter sentido “algumas dificuldades em planificar a atividade experimental” (Reflexão escrita, aula 3, março 2012); na quarta tarefa dois alunos manifestaram esta dificuldade, mencionando um deles que teve “dificuldades em planejar uma experiência, visto não ter “conseguido” definir um raciocínio válido para responder ao problema proposto” (Reflexão escrita, aula 4, março 2012); e na sexta tarefa foi mencionado por um dos alunos que “na realização da experiência, ao início estava um pouco desorientado em como proceder” (Reflexão escrita, aula 6, março 2012).

Contudo, apesar de alguns alunos terem sentido esta dificuldade, a maioria conseguiu apresentar uma planificação, revelando aquisição desta competência. Por exemplo, nos documentos escritos pelos alunos, referentes à terceira tarefa, verificou-se que as planificações foram realizadas de forma a dar resposta ao problema apresentado, o seguinte excerto é um exemplo disso:

Procedimento:

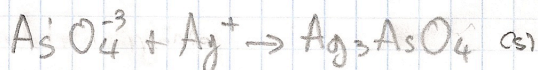
- 1) Determinar a informação quantitativa do giz: elementos constituintes e respectivas massas atómicas relativas.
- 2) Pesar na balança digital o pedaço de giz que pretendemos utilizar.
- 3) Calcular o número de moles.
- 4) Escrever o nome completo de cada elemento do grupo com o mesmo pedaço de giz, no quadro.
- 5) Pesar novamente o giz.
- 6) Calcular, de novo, o número de moles.
- 7) Efectuar a diferença entre os valores obtidos de moles inicial e final.

(Tarefa 3, março 2012)

Ainda relativamente às dificuldades em planificar, manifestadas na quarta tarefa, nas notas de campo foi evidenciado que “a maioria dos grupos teve dificuldades em planear a atividade no simulador” e, portanto, “a planificação da atividade e as funcionalidades do simulador são, então, discutidas coletivamente” (Notas de campo, aula 4, março 2012). Ao longo desta aula a professora notou uma diminuição da dificuldade, tendo registado nas suas notas de campo que “após este momento de discussão coletiva e com mais alguma ajuda a cada um dos grupos, os alunos começaram a trabalhar mais confiantes nas suas planificações” (Notas de campo, aula 4, março 2012). De facto, verificou-se nos documentos escritos pelos alunos que a maioria dos grupos conseguiu apresentar um plano. Segue-se um exemplo:

1. Procedimento

O objetivo é fazer reagir o arsenato da amostra com nitrato de prata, de modo a obter Arsenato de Prata no estado sólido,



Após ser determinado a massa do Arsenato de Prata, pode então determinar-se a concentração mássica de arsénio presente nas amostras

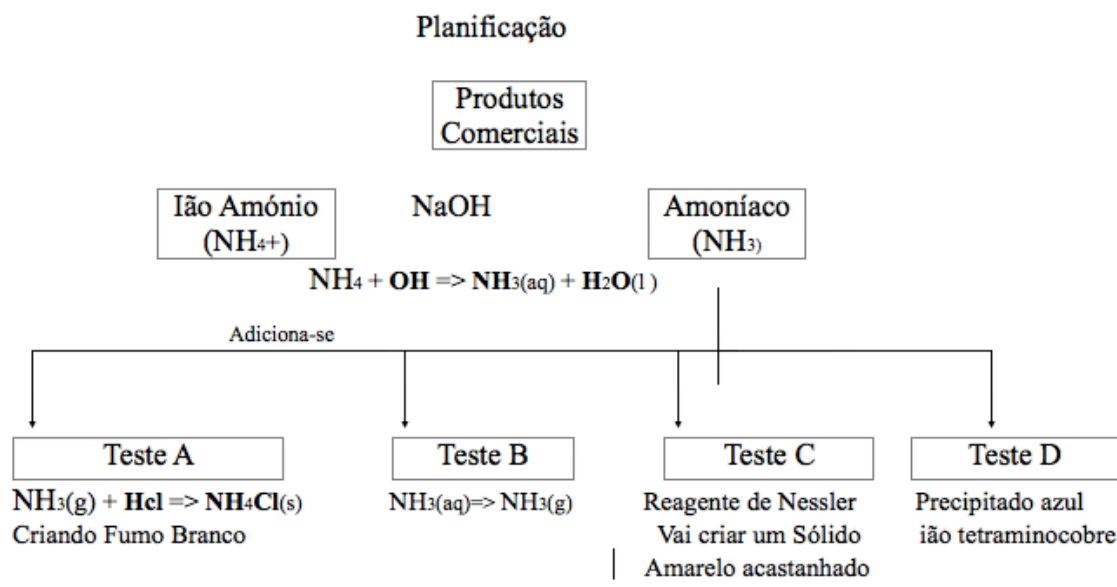
1º passo → com uma pipeta volumétrica, extrair 20 ml de AgNO_3 e adicionar³ a solução da amostra.

2º passo → Determinar a massa do sólido formado Ag_3AsO_4

3º passo → Achar a concentração mássica

(Tarefa 4, março 2012)

As notas de campo, referentes à sexta tarefa, vão no sentido do que foi referido anteriormente para a quarta tarefa. Nestas a professora escreveu que no início “os alunos sentem-se um pouco confusos, com muitas dúvidas relativamente à planificação” e que à semelhança do que aconteceu na quarta tarefa, “é então discutida em turma a planificação da atividade laboratorial” (Notas de campo, aula 6, março 2012). De igual forma, os documentos escritos da sexta tarefa revelam a concretização de planos, que permitiram responder ao problema colocado, conforme se verifica no excerto seguinte:



(Tarefa 6, março 2012)

Em síntese, os resultados sugerem que os alunos sentiram dificuldades em planificar uma atividade, sendo essa dificuldade mais evidente na quarta e sexta tarefa, mas que foi superada com a discussão coletiva das planificações.

Tirar conclusões

Tirar conclusões foi outra das dificuldades apontadas na reflexão escrita dos alunos, sobretudo na segunda tarefa. Por exemplo, um aluno indicou que “a minha dificuldade foi concluir se será uma boa ideia ou não utilizar este gás”, e outro que sentiu dificuldades em “sintetizar a informação no mapa de conceitos” (Reflexão escrita, tarefa 2, março 2012).

As notas de campo também evidenciaram esta dificuldade. A professora mencionou que os alunos, quando tiveram que tirar conclusões, a questionaram da seguinte forma: “Oh! Stôra! E nas conclusões, pomos o quê?” (Notas de campo, aula 6, março 2012).

Nos dois exemplos que se seguem, retirados das tarefas realizadas pelos alunos, é possível constatar esta dificuldade.

Conclusões: As concentrações de Arsênio no solo estão dentro dos parâmetros normais. Por esta razão, a nossa amostra não permite concluir sobre o grau de poluição do solo.

(Tarefa 4, março 2012)

O nosso grupo conclui que o produto comercial (...) continha uma maior quantidade de amoníaco que os restantes.

(Tarefa 6, março 2012)

No primeiro exemplo, os alunos apresentam conclusões ilógicas que não respondem ao problema proposto. No segundo, embora revelem um raciocínio lógico, apresentam conclusões incompletas, respondendo apenas parcialmente ao problema.

Competências de Comunicação

Nas competências de comunicação estão incluídas como subcategorias: utilizar linguagem científica, apresentar à turma e argumentar. Em seguida, apresentam-se os resultados para estas três subcategorias.

Utilizar linguagem científica

Quando questionados na entrevista acerca das dificuldades enfrentadas, os alunos nunca mencionaram a utilização da linguagem científica. No entanto, nos documentos escritos, nos registos áudio e na reflexão escrita, ao indicarem o que aprenderam, esta dificuldade é evidente. Por exemplo, nos dois excertos dos documentos escritos que se seguem os alunos escreveram “o peso de

(...)” (Tarefa 3, março 2012) em vez de massa, e “pesar o (...)” (Tarefa 3, março 2012) em vez de medir a massa. Esta incorreção foi recorrente na resolução da terceira tarefa. De facto, dos seis grupos que a realizaram, apenas dois utilizaram corretamente os conceitos.

1º Pesquisar a constituição do giz chegando a sua equação química;

2º Registrar a incerteza da balança digital, de seguida pesamos o pau de giz, numa balança várias vezes e calcular o peso médio;

3º Escrever os nossos nomes completos no quadro e de seguida pesarmos o restante pau de giz, obtendo o seu novo peso médio, subtraímos à massa inicial a final, ficando assim o peso médio do giz utilizado;

4º Uma vez que já temos a equação química do giz, calculamos a massa Molar (M) do carbonato de cálcio (...)

(Tarefa 3, março 2012)

Pesagens	(g)	(g)
1^a	7,11	6,99
2^a	7,11	6,99
3^a	7,11	6,99
4^a	7,11	6,99
5^a	7,10	6,99
Média:	7,108	6,99

(Tarefa 3, março 2012)

Também os registos áudio corroboraram estes resultados. O seguinte excerto, retirado da transcrição da terceira aula, em que um grupo de alunos discute a forma correta de mencionar que mediram a massa do giz, é um exemplo disso.

A2 —Pesamos o giz ali na balança.

A5 —Não pesaste. Mediste.

A4 —Ou determinaste?

A3 —Não sei.

(Registos áudio, aula 3, março 2012)

Outras dificuldades na utilização da linguagem científica são, ainda, evidentes nos dois excertos dos documentos escritos apresentados anteriormente. Veja-se, por exemplo, que no primeiro excerto os alunos mencionaram “equação química (CaCO₃)” (Tarefa 3, março 2012), em vez de fórmula química da substância.

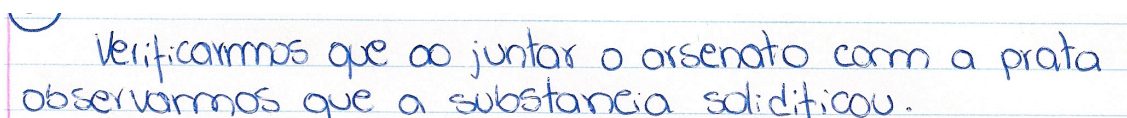
Mais dados relativos a esta dificuldade foram ainda obtidos na reflexão escrita relativa à segunda tarefa, onde um dos alunos ao mencionar o que aprendeu referiu:

O grupo das vantagens defendeu que era o gás mais abundante no universo, não poluente, podia ser criado em qualquer lado e o das desvantagens afirmou que é necessário altos custos para a sua produção e que este gás uma vez misturado com oxigénio torna-se bastante inflamável.

(Reflexão escrita, aula 3, março 2012)

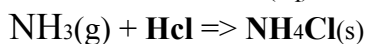
o que revelou a sua dificuldade na utilização da linguagem científica.

Ainda nos documentos escritos da quarta e sexta tarefa podem ser encontradas mais evidências desta dificuldade. Os próximos dois excertos são exemplificativos.



Verificamos que ao juntar o arsenato com a prata observamos que a substância solidificou.

(Tarefa 4, março 2012)



(Tarefa 6, março 2012)

No primeiro, os alunos referiram “a substância solidificou”, em vez de formou um precipitado; e no segundo podem observar-se várias incorreções na escrita da equação química, como “Hcl” em vez de HCl, omissão dos estados físicos

em algumas substâncias, omissão da carga de alguns iões e utilização de “ \Rightarrow ”, em vez de “ \rightarrow ” para representar a irreversibilidade na escrita das duas equações químicas.

Apresentar à Turma

A apresentação à turma é uma das dificuldades indicadas na reflexão escrita. Por exemplo, na primeira tarefa um aluno referiu que a dificuldade que sentiu foi em “falar para várias pessoas”, e na segunda outro aluno indicou que teve dificuldades em “tentar explicar, da melhor maneira, os temas do trabalho aos (...) colegas”. Também nos registos áudio se verificou que alguns alunos se sentiram pouco à vontade.

A2 —Falas tu.

A1 —Ia! Eu não.

A3 — Vá lá.

A1 —Também, mas só digo isto e vocês dizem o resto.

(Registos áudio, aula 5, março 2012)

No entanto, e para a mesma aula, a professora escreveu nas suas notas de campo que “alguns alunos que na primeira e segunda tarefa se sentiram um pouco inibidos em falar para a turma, começaram a estar mais à vontade”. Esta evidência revela que alguns alunos superaram a dificuldade.

Argumentar

Argumentar foi outra das dificuldades sentidas pelos alunos. Por exemplo, um dos alunos ao refletir acerca da segunda tarefa referiu que “inicialmente tive dificuldade em encontrar bons argumentos contra este tipo de energia (...)” e outro que sentiu dificuldades em saber “como argumentar para a realização do debate”.

No entanto, na quinta tarefa, os alunos parecem ter ultrapassado esta dificuldade, tomando-se como exemplo o seguinte excerto:

A1 — Mas o de hoje (tarefa 5) era mais fácil devido às personagens, porque estar só contra ou só a favor há uma imensidão de coisas para dizer. Por exemplo, no caso de cada grupo ter de defender, por exemplo, só o ambiente eles só se concentram nos argumentos do ambiente e é mais fácil quando há uma personagem.

P — Portanto, acham que é mais fácil assumirem um determinado papel?

A1 — Sim.

A2 — Por isso é que eu acho que este debate (Tarefa 5) correu melhor, não era só estar contra ou a favor.

(Entrevista, grupo 2, março 2012)

Segundo os alunos, o facto de na quinta tarefa terem de assumir um determinado papel facilitou a argumentação.

Competências de Atitudes

Gerir o tempo foi uma das dificuldades referidas pela generalidade dos alunos na entrevista em grupo focado. Por exemplo, quando questionados sobre o que mudavam nas tarefas, um dos alunos referiu a sua extensão, salientando que “às vezes temos a aula inteira, mas às vezes é tão comprida a tarefa que nós acabamos por não acabar” (Entrevista, grupo 1, março 2012); outro aluno referiu “que os objetivos que são pedidos com a tarefa são difíceis de atingir com o tempo que está disponível para a fazer”; e um outro acrescenta ainda que a extensão da tarefa se deveria “adequar mais ao tempo que temos” (Entrevista, grupo 3, março 2012).

Na análise efetuada à reflexão escrita verifica-se, nas primeiras três tarefas, que vários alunos apontam esta dificuldade. Como exemplo, na reflexão escrita da primeira tarefa um aluno mencionou que “foi difícil fazer e preparar uma apresentação em 90 minutos” (Reflexão escrita, tarefa 1, março 2012); na

segunda tarefa outro indicou que sentiu “grandes dificuldades (...) devido à falta de tempo” (Reflexão escrita, tarefa 2, março 2012); e na terceira tarefa “a gestão do tempo”, é mais uma vez indicada (Reflexão escrita, tarefa 3, março 2012). É de notar que a partir da quarta tarefa, nenhum dos alunos voltou a indicar esta dificuldade, de tal modo que um deles, ao refletir sobre a mesma, referiu que “o grupo começou logo a trabalhar (...)” (Reflexão escrita, tarefa 4, março 2012), evidenciando preocupação na gestão do tempo. Outras evidências da superação desta dificuldade surgem na reflexão da sexta tarefa, onde um dos alunos escreveu “o grupo funcionou bem (...) e conseguimos acabar o relatório na aula” (Reflexão escrita, tarefa 6, março 2012), outro aluno também mencionou que “no que toca à gestão do tempo, conseguimos alcançar com sucesso esse mesmo objetivo” (Reflexão escrita, tarefa 6, março 2012).

As notas de campo corroboram as evidências anteriormente apresentadas. Enquanto nas primeiras aulas se encontram, recorrentemente, observações como por exemplo: “os alunos foram alertados para o facto de terem 10 minutos para finalizarem a tarefa, e passar-se à sistematização” (aula 3, março 2012), ou “atenção à forma como gerem o vosso tempo, têm quinze minutos para finalizarem esta parte ...” (aula 2, março 2012), nas últimas aulas estas observações são pouco frequentes tendo a professora escrito, nas notas de campo, que “os grupos E e F terminaram a tarefa e começaram a preparar o relatório” (aula 6, março 2012).

Em síntese, existem evidências que os alunos tiveram dificuldades na gestão do tempo. No entanto, esta dificuldade foi diminuindo ao longo da realização das seis tarefas.

Avaliação dos Alunos Acerca das Tarefas Realizadas

Nesta secção descrevem-se os resultados da avaliação que os alunos fazem das tarefas realizadas. Os dados obtidos foram agrupados em duas categorias: interesse e CTSA.

Interesse

Nas reflexões escritas pelos alunos acerca das tarefas realizadas, quando lhes é pedido para indicarem o que acharam interessante, as respostas variam entre a participação no debate, a planificação de uma atividade e a realização de trabalho experimental e laboratorial.

Nas reflexões escritas os alunos referiram, por exemplo, que acharam interessante “o debate em geral, a dinâmica da discussão”, a “realização do debate, pois a troca de ideias entre os alunos foi bastante interessante e importante na compreensão da matéria”, ou ainda que “um debate é sempre interessante (...)” (tarefa 2, março 2012).

Também na entrevista em grupo focado estes aspetos foram evidenciados:

P — Qual a tarefa que acharam mais interessante? Porquê?

A1 — A minha foi, este debate.

A2 — Sim.

A4 — Sim.

(Entrevista, grupo 1, março, 2012)

As notas de campo sustentam as evidências anteriormente mencionadas, conforme se observa no seguinte excerto:

os alunos estavam bastante envolvidos na sua argumentação (...), quando os moderadores os informam que o tempo terminou, protestaram porque queriam continuar (...). Uma das

alunas disse: mas eu ainda tenho mais coisas para dizer (...)
(Notas de campo, aula 5, março 2012).

Na segunda e quinta tarefa foram escolhidos, entre os vários alunos, dois para o papel de moderadores. Um destes alunos mencionou na sua reflexão escrita que achou interessante “poder moderar a discussão e apreciar de um lado neutro os dois lados argumentativos” (Reflexão escrita, tarefa 2, março 2012), e o outro que o “mais interessante foi ter sido uma dos dois moderadores no debate”(Reflexão escrita, tarefa 5, março 2012).

Vários outros aspetos relacionados com o interesse nas tarefas foram apontados pelos alunos, nomeadamente a planificação, tendo um aluno mencionado que achou interessante “fazermos nós a própria atividade” e outro que “achei interessante o facto de planificarmos uma atividade experimental e pôr em prática(...)” (Reflexão escrita, março 2012); o trabalho experimental, um dos alunos referiu que achou “bastante interessante a parte da medição da massa do pau de giz e o tratamento dos resultados obtidos” e outro a “experiência em si, mas principalmente a observação dos resultados” (Reflexão escrita, março 2012); e o trabalho laboratorial. Nas notas de campo da quinta aula — anterior ao trabalho laboratorial — a professora registou que “quando os alunos foram avisados que deveriam trazerem bata, na próxima aula, mostraram-se bastante animados com o facto de irem realizar um trabalho laboratorial”. Nas reflexões escritas um aluno escreveu que “o contacto com o laboratório é sempre uma ótima experiência e evita que as aulas sejam sempre as mesmas”.

Os dados recolhidos mostraram, ainda, que o interesse dos alunos por uma determinada tarefa foi condicionado pela sua dificuldade. Por exemplo, na entrevista em grupo focado, quando a professora questionou os alunos sobre a tarefa que acharam mais interessante, estes responderam:

A2 — Mais interessante foi a do giz.
(...)
A2 — Agora mais difícil foi a da ...
A5 — Foi a da contaminação (tarefa 4).
A3 — Sim, essa.
P — Não confundam mais difícil com menos interessante.
A6 — A mais difícil foi aquela ...
P — Interessantes ...
A5 — (...) menos [interessantes], são aquela que nos cingimos a cálculos e equações, por exemplo, a da contaminação (tarefa 4).
Penso que essa foi difícil e menos interessante
(Entrevista, grupo 3, março 2012)

A2 — A do giz não foi muito difícil. Essa foi acessível, gostei.
(...)
A1 — A do giz, também. Eu acho que também achamos mais interessante essas duas tarefas, porque foram aquelas em que nos sentimos mais à vontade e como estávamos a perceber mais do assunto. Parece que acabamos por gostar mais, do que quando estamos a fazer a atividade e não estamos a perceber bem.
(Entrevista, grupo 1, março 2012)

As reflexões escritas corroboram os resultados apresentados. Na reflexão da quarta tarefa — que os alunos avaliaram como difícil (Entrevista, grupo 3, março 2012; Reflexão escrita, aula 4, março 2012) — um dos alunos mencionou que “não achei nada interessante”, outro aluno também escreveu “como não entendi bem a tarefa, não houve parte alguma que me despertasse interesse” (Reflexão escrita, aula 4, março 2012).

Se para a maioria dos alunos a dificuldade da tarefa condicionou o seu interesse, para dois alunos foi um estímulo. Um desses exemplos pode verificar-se no seguinte excerto das transcrições das entrevistas.

A6 — Não a do arsénio, eu não achei pouco interessante eu gostei, mas era muito mais fácil se fosse prático. É mais complicado trabalhar o arsénio, não se deve, mas no simulador era uma bocado complicado entender, porque era giro pesarmos e adicionarmos isto e aquilo. É interessante.
(Entrevista, grupo 2, março 2012)

O outro aluno, na reflexão escrita da quarta tarefa, escreveu que gostou “da dificuldade da tarefa e de ir descobrindo coisas novas”.

Apesar se sentiram dificuldades, de modo geral os alunos avaliaram as tarefas como interessantes.

CTSA

Nas entrevistas os alunos foram questionados acerca da relação das tarefas realizadas com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Nas transcrições dessas entrevistas verificou-se, conforme se mostra no excerto seguinte, que os alunos perceberam esta abordagem:

A3 — Sim.

A2 — Claro.

A1 — O debate de hoje é a prova disso. Relacionámos essas áreas todas.

A4 — E também o do hidrogénio. É claro que foi mais confuso, mas tinha a ver com isso tudo.

A1 — Também relacionámos.

P — E a outra, por exemplo.

A2 — Do giz.

P — E a do simulador?

A2 — Sim, com o ambiente.

A1 — Sim, era as amostras que tínhamos que retirar do solo.

A3 — Sim.

A1 — Todas elas tinham a ver com ... estava tudo interligado.
(Entrevista grupo 1, março 2012)

A2 — Sim, por exemplo, agora (tarefa 5) falámos do ambiente. Falámos sempre de alguma coisa que está relacionada com o que está lá fora e não só com o que damos na aula que é matéria.

A5 — E ao pesquisarmos também estamos. Assim, com a pesquisa de casos que acontecem ficamos mais alerta do que se passa atualmente.

(Entrevista, grupo 3, março 2012)

Igualmente nas reflexões foi evidenciada esta abordagem. Relativamente à primeira tarefa, um dos alunos referiu que aprendeu “qual (...) a importância de se ter conseguido sintetizar amoníaco e quais as suas aplicações ao longo da história, até à atualidade” (Reflexão escrita, tarefa 1, março 2012). Outros alunos salientaram também terem reconhecido a importância do amoníaco na sociedade contemporânea, identificado as matérias-primas para a sua produção e relacionado os aspetos históricos da sua produção à escala industrial (Reflexão escrita, tarefa 1, março 2012). Na segunda tarefa todos os alunos mencionaram a abordagem CTSA, um desses exemplos foi um aluno que escreveu ter aprendido “novas informações sobre o hidrogénio, que não conhecia enquanto fonte renovável (Reflexão escrita, tarefa 2, março, 2012). Na terceira tarefa apenas um aluno referiu esta abordagem, mencionando que gostou “do facto de utilizar o giz como objeto de trabalho”. Na quarta tarefa, por exemplo, um aluno salientou que “trabalhamos como investigadores numa investigação acerca da contaminação da água” (Reflexão escrita, tarefa 4, março, 2012). Na quinta tarefa, tal como na segunda, todos os alunos mencionaram a abordagem CTSA, referindo um dos alunos que a tarefa lhe permitiu “relacionar estes conceitos da Química com a Sociedade e com o Ambiente” (Reflexão escrita, tarefa 5, março, 2012) e outro que ficou com a perceção que “antes da construção de alguma fábrica é necessário ter em conta os prejuízos que esta pode causar a nível ambiental e da saúde das populações (...)” (Reflexão escrita, tarefa 5, março, 2012). Por último, na sexta tarefa, a maioria dos alunos evidenciou ter se apercebido que o amoníaco está presente na constituição dos produtos de uso quotidiano e da importância dos cuidados a ter no seu manuseamento, referindo um desses alunos que “o amoníaco está presente em muitos produtos que usamos no dia a dia” (Reflexão escrita, tarefa 6, março, 2012).

Ainda nos documentos escritos, da sexta tarefa, foram encontrados mais resultados que corroboram as evidências anteriormente apresentadas. Por exemplo, um dos grupos escreveu:

Por conterem amoníaco e outras substâncias químicas, tanto produtos de limpeza como adubos podem eventualmente representar uma ameaça à segurança dos seus utilizadores quando não manuseados da forma mais correta. Desta forma, certas informações devem vir explícitas de modo a alertar para os possíveis perigos que possam advir da sua utilização. Ao observarem-se os rótulos das embalagens dos produtos utilizados nos procedimentos, pôde-se concluir que todos eles apresentavam conselhos mínimos de segurança e davam informação geral sobre os compostos que os compunham (Tarefas 6, março 2012).

De um modo geral, verificou-se que os alunos reconheceram que as tarefas realizadas proporcionaram uma abordagem CTSA.

Síntese

Neste capítulo apresentaram-se os resultados referentes às três questões orientadoras deste trabalho. Relativamente às estratégias para realizar as tarefas que promovem uma abordagem CTSA, os alunos usaram a pesquisa e seleção de informação, o trabalho de grupo, a partilha de ideias e o uso de conceitos científicos. No que se refere às dificuldades enfrentadas pelos alunos na realização das tarefas, estes manifestaram dificuldades ao nível das competências de conhecimento e raciocínio, comunicação e atitudes. Por último, relativamente à avaliação que fazem das tarefas, os alunos consideraram-nas interessantes, sobretudo quando envolveram a planificação de uma atividade, a realização de debates e de jogos de papéis, e a concretização de trabalho experimental e laboratorial. Nesta avaliação foi, ainda, referido que as tarefas ajudaram a promover uma abordagem CTSA.

CAPÍTULO VI

Discussão, Conclusões e Reflexão Final

Com este trabalho pretendeu-se conhecer o contributo de uma abordagem CTSA para o ensino das subunidades “o amoníaco como matéria-prima” e “o amoníaco, a saúde e o ambiente”. As questões que o orientam centraram-se nas estratégias usadas pelos alunos na realização de tarefas que promovem uma abordagem CTSA; nas dificuldades que os alunos enfrentam na realização das tarefas; e na avaliação que fazem das mesmas.

Para responder às questões que orientam este trabalho, foi utilizada uma metodologia qualitativa e recolhidos dados através de entrevistas em grupo focado, observação naturalista (notas de campo e registos áudio) e documentos escritos. Após a recolha de dados procedeu-se à sua análise, emergindo as categorias e subcategorias referentes às três questões orientadoras deste trabalho, cujos resultados foram apresentados no capítulo anterior.

O presente capítulo encontra-se organizado em três secções. Na primeira discutem-se os resultados, na segunda apresentam-se as conclusões e por último, na terceira, faz-se uma reflexão final.

Discussão

Com a primeira questão orientadora deste trabalho pretendeu-se conhecer as estratégias usadas pelos alunos na realização de tarefas que promovem uma abordagem CTSA. Os resultados obtidos sugerem que os alunos usaram a pesquisa e seleção de informação, o trabalho em grupo, a

partilha de ideias e os conceitos científicos. Relativamente à pesquisa de informação constatou-se que os meios utilizados foram essencialmente a Internet e o manual escolar. É ainda evidenciado que após a leitura da informação recolhida, os alunos procederam à sua seleção e análise, de forma a dar resposta ao problema em questão. Para a maioria dos alunos, segundo os resultados obtidos, nenhuma destas estratégias constituiu uma dificuldade, e no que diz respeito ao trabalho em grupo, foram ainda apresentadas evidências em como esta foi uma estratégia que funcionou bem. A utilização destas estratégias é coerente com o preconizado pelo programa de Física e Química A, do ensino secundário, que as considera, entre outras, estratégias conducentes ao desenvolvimento de competências pelos alunos (Martins et al., 2001, 2003).

O envolvimento dos alunos em pesquisas permite alcançar as finalidades do ensino das ciências, nomeadamente a promoção da literacia científica e o desenvolvimento de “competências úteis para a vida” (Galvão et al., 2006, p. 33). Num estudo realizado por Matoso (2011), esta estratégia foi vista pelos alunos como uma forma de promoverem as suas aprendizagens. Quando a pesquisa é realizada através da Internet, conforme referem Martins et al. (2001), “os alunos estão também a desenvolver competências nas áreas das tecnologias da informação e comunicação (TIC)” (p. 7). Relativamente ao trabalho em grupo, esta é uma estratégia frequentemente utilizada no ensino por investigação (Fonseca et al., 1999; Martins et al., 2001; Wellington, 2000). Segundo Trindade (2002) quando os alunos trabalham uma tarefa em grupo, “criam formas de interdependência que os torna responsáveis pelo sucesso da sua aprendizagem e também pela dos outros” (p. 41). Quanto à partilha de ideias, segundo Trindade (2002) esta é uma forma de criar condições que conduzem à promoção da relação entre os alunos, desenvolvendo o seu sentido analítico e crítico, facilitando assim a aprendizagem. Por fim, ao utilizarem conceitos científicos na realização das tarefas, os alunos compreendem as suas

finalidades e interligações, aplicando-os nas questões do quotidiano (Martins et al., 2001).

Com a segunda questão prendia-se conhecer as dificuldades que os alunos enfrentam na realização das tarefas. Através da análise dos resultados obtidos foi possível verificar que as dificuldades dos alunos recaíram nas competências de conhecimento e raciocínio, de comunicação e de atitudes. No que concerne às competências de conhecimento e raciocínio, os alunos indicaram como dificuldades o planificar e o tirar conclusões. Estes resultados estão de acordo com os estudos sobre o ensino por investigação levados a cabo por Cunha (2009 citado por Matoso, 2011) e por Matoso (2011). Ainda relativamente à planificação, Wellington (2000) refere esta fase como uma das mais difíceis na realização de tarefas de investigação. Apesar dos alunos terem sentido esta dificuldade, os resultados indicam que a maioria a conseguiu ultrapassar. Para tal, poderá ter contribuído o facto de terem sido realizadas discussões coletivas das planificações, permitindo aos alunos tomarem contacto com diferentes possibilidades, esclarecer eventuais dúvidas e argumentar em defesa das suas propostas (Ponte et al., 2011). Os alunos revelaram, assim, ter adquirido esta competência, o que vai ao encontro dos objetivos gerais do programa de Física e Química A (Martins et al., 2001).

Nas competências de comunicação os alunos depararam-se com as seguintes dificuldades: utilizar linguagem científica, apresentar à turma e argumentar. Quanto à linguagem científica, conforme referido no enquadramento teórico deste trabalho, a sua utilização não é um processo natural para os alunos, pois está “cheia de palavras” (Wellington & Osborne, 2001, p. 83) pouco familiares e com significados específicos (Wellington & Osborne, 2001). Requer, por isso, oportunidades para que os alunos a pratiquem. Também o programa de Física e Química A defende que aprender ciência implica “aprender a sua linguagem”. No entanto, reconhece que este processo acarreta dificuldades, salientando que deve ser uma competência

desenvolvida de “forma gradual, tentando desenvolver o nível de abstração dos alunos” (Martins et al., 2001, p. 6). Estes autores argumentam ainda que é importante ter presente a ideia de que “o ensino secundário não deve ser transformado num ensino superior antecipado” (Martins et al., 2001, p. 6). No decorrer da implementação das tarefas verificou-se uma crescente preocupação, por parte dos alunos, em utilizarem corretamente a linguagem científica.

Na apresentação à turma, os alunos sentiram dificuldades em falar para várias pessoas e em expor com clareza os aspetos fundamentais de uma determinada ideia ou conceito. A dificuldade em desenvolver esta competência está em sintonia com a ideia de Trindade (2002) que refere que “a apresentação do trabalho realizado obriga os alunos a uma organização de ideias”(p. 73) e de Reis (2006), quando salienta que os alunos “têm medo de falar livremente” (p. 58). Neste trabalho verificou-se que, ao longo das aulas, alguns alunos começaram a sentir-se mais confiantes nas suas apresentações. Segundo Reis (2006), o desenvolvimento desta competência pode ajudar os alunos a clarificar as suas ideias relativamente a um determinado assunto ou conceito.

A argumentação, outra das dificuldades sentidas, manifestou-se sobretudo nas tarefas de discussão. Reis (2004) refere este facto e salienta que lhe podem estar associados fatores como a “excessiva dependência relativamente ao professor” e o facto “dos alunos estarem mais habituados a um tipo de ensino onde assumem uma posição passiva” (p. 58). No entanto, os alunos superaram esta dificuldade na tarefa do jogo de papéis. Resultados que estão em concordância com o que é mencionado por Trindade (2002). Para este autor, as tarefas que envolvem jogo de papéis são entendidas “como um dispositivo capaz de estimular e facilitar o debate entre alunos”(p. 57). Ao superarem a dificuldade em argumentar, os alunos foram ao encontro das ideias defendidas no programa de Física e Química A (2001), onde é salientada a importância de “ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos” (p. 7).

Ao nível das competências atitudinais verificou-se que os alunos sentiram dificuldade em gerir o tempo, esta foi sendo atenuada ao longo deste conjunto de aulas. A gestão do tempo, como dificuldade, é também referida nos estudos de Cunha (2009 citado por Matoso, 2011) e Matoso (2011). Matoso (2011) identifica que um dos motivos para esta dificuldade resulta “do mau funcionamento de alguns grupos de alunos” (p. 83). Uma vez que os resultados deste trabalho evidenciaram que o trabalho em grupo foi uma estratégia que funcionou bem, esta pode ter sido um dos motivos para que a dificuldade tenha sido superada. Outro motivo pode ainda advir da discussão coletiva das planificações, pois esta estratégia permite nivelar os grupos em termos da gestão do tempo (Ponte et al., 2011).

Na terceira questão, relativa à avaliação que os alunos fizeram das tarefas realizadas, constatou-se que apesar das dificuldades sentidas, as tarefas foram interessantes, tendo os alunos reconhecido que através destas é promovida uma abordagem CTSA. Como aspetos mais interessantes, os alunos referiram a planificação de uma atividade, a realização de debates e de jogos de papéis, e a concretização de trabalho experimental e laboratorial. Os resultados mostraram ainda que a maioria dos alunos relaciona o interesse da tarefa com a sua dificuldade, ou seja, avaliaram as tarefas mais difíceis como as menos interessantes. No entanto, para dois alunos a dificuldade funcionou como um estímulo. A relação das tarefas realizadas com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente foi evidenciada pela maioria dos alunos, com maior destaque nas tarefas que envolveram o debate e o jogo de papéis. Os resultados obtidos vão ao encontro do mencionado no enquadramento teórico deste trabalho, onde está explícito que o ensino por investigação e a discussão são estratégias promotoras de uma abordagem CTSA (Martins, 2002; Mortimer & Scott, 2003). Segundo Bennett (2003) e Fontes e Silva (2004) esta abordagem permite aos alunos desenvolverem competências de conhecimento e raciocínio, ligarem os conceitos científicos às situações do quotidiano e, consequentemente,

promoverem um maior gosto e interesse pela ciência. Poder-se-á ainda mencionar que as tarefas realizadas estão em sintonia com as finalidades do programa de Física e Química A, no que concerne ao desenvolvimento de “uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e da Sociedade” (Martins et al., 2001, p. 7).

Conclusão

A proposta didática implementada permitiu que os alunos desenvolvessem as competências preconizadas pelo programa de Física e Química A do ensino secundário. De facto, os alunos ao realizarem as tarefas propostas, utilizaram várias estratégias, como a pesquisa e seleção de informação, o trabalho em grupo, a partilha de ideias e o uso de conceitos científicos, que lhes permitiu desenvolver as suas competências.

Ainda no decorrer da realização das tarefas, os alunos enfrentaram dificuldades. No entanto, à medida que foram sendo desenvolvidas os obstáculos, com que os alunos se depararam, foram ultrapassados. Ao envolvermos os alunos neste tipo de tarefas estamos a ajudá-los a superar as suas dificuldades, levando ao desenvolvimento de competências nos vários domínios. Estas competências são consideradas indispensáveis na promoção da literacia científica.

Na maioria das aulas lecionadas, ao longo desta intervenção, esteve sempre presente a curiosidade e interesse em aprender, tendo a natureza das tarefas propostas dado um forte contributo neste sentido.

Reflexão Final

Porque vivemos um período de rápido desenvolvimento tecnológico, dominado por fortes pressões sociais e económicas, acompanhar as necessidades do quotidiano escolar é um desafio real para os professores e, sobretudo, para os futuros professores. Neste contexto, ser professor implica sempre a responsabilidade de uma reflexão e avaliação da sua ação.

Refletindo sobre o trabalho desenvolvido ao longa da implementação desta proposta didática, não posso deixar de constatar que constituiu um marco de relevo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Para tal, contribuíram as várias experiências vividas e ideias partilhadas, desde a revisão de literatura, ao planeamento das aulas e construção das tarefas, passando pelo delinear dos instrumentos de avaliação e culminado no lecionar das aulas. Sinto que a oportunidade que tive em experimentar estratégias de ensino, discuti-las, e avaliá-las, faz-me sentir mais preparada e confiante para uma abordagem mais focada no aluno, onde o professor é sobretudo o orientador da sua aprendizagem e não exclusivamente transmissor de conhecimento.

Outro aspeto que, ao longo desta intervenção, contribuiu para a minha aprendizagem, foram os alunos participantes. Juntos partilhamos experiências, trocamos ideias e superamos dificuldades. O processo de ensino-aprendizagem é um processo reversível e que, dada a natureza do trabalho desenvolvido, evoluiu para um estimulante equilíbrio.

Considero fundamental destacar as dificuldades que senti na implementação desta proposta didática, próprias de quem inicia uma nova prática. Nas primeiras intervenções, senti dificuldades na condução das aulas, nomeadamente na gestão do comportamento da turma e do tempo. Dada a dimensão da turma e a natureza das tarefas realizadas, os alunos nas primeiras tarefas solicitaram constantemente a minha presença, sendo difícil dar apoio simultâneo aos vários grupos. Para ultrapassar esta dificuldade resolvi adotar

uma postura diferente, circulando mais vezes pelo espaço da sala e posicionando-me de forma a observar os vários grupos. Esta nova postura permitiu-me gerir melhor o comportamento da turma e, conseqüentemente, o tempo de aula. Outra estratégia, que segundo o meu ponto de vista contribuiu positivamente para superar esta dificuldade, foi a discussão coletiva das planificações.

Em síntese, este trabalho constituiu, por um lado, um importante momento de viragem nas minhas concepções sobre o ensino e a aprendizagem da Física e Química e, por outro, um estímulo intelectual, pois o contínuo processo reflexivo exigiu-me uma constante análise, autocrítica e criatividade.

Referências Bibliográficas

- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação. Um guia prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Almeida, G. (2002). *Sistema internacional de unidades (SI). Grandezas e unidades físicas: Terminologia, símbolos e recomendações*. Lisboa: Plátano Editora, S. A.
- Atkins, P., & Jones, L. (2000). *Chemistry. Molecules, matter, and change*. New York: Freeman.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora (Trabalho original em inglês publicado em 1991).
- Bureau International des Poids et Mesures (2006). *The International System of Units (SI)*. Retirado em março de 2012, de <http://www.bipm.org/en/si/>.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs, CO: BSCS. Retirado em dezembro de 2011, de <http://www.bscs.org/pdf/bscs5efullreport2006.pdf>.
- Bryson, B. (2010). *Breve história de quase tudo*. Lisboa: Bertrand Editora. (Trabalho original publicado em inglês em 2003).
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Chang, R. (1994). *Química*. Lisboa: MacGraw-Hill de Portugal, L.da. (Trabalho original publicado em inglês em 1994).
- Cohen, L., Manion, L., & Morison, K. (2007). *Research methods in education*. Routledge (e-Library).

- Conférence Générale des Poids et Mesures (2011). *On the possible future revision of the International System of Units: Resolution 1*. Retirado em março de 2012, de <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/24/1/#>.
- Costa, L., Morais, A., Lopes, A., Reis, D., Pinto, D., Cruz, H., & Marques, R. (2009). *Projecto Educativo 2009/2013 Agrupamento de Escolas Anselmo de Andrade*. Retirado em dezembro de 2011, de <http://www.anselmodeandrade.pt/cms/documentos/2011-12/estruturantes/PEE.pdf?Itemid=473>.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationships to science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582—601.
- Dillon, J. T. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham and Philadelphia: Open University Press.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. In J. Osborne, & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 135—157). New York: McGraw-Hill Open University Press.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Freire, A. M. (2005). Ensino da física para os alunos da escolaridade obrigatória. *Encontro de Educação em Física: Do Ensino Básico ao Superior do Século XXI*. Braga: Universidade do Minho.
- Freire, A. M., & Galvão, C. (2004). O Petróleo como exemplo de um assunto CTSA no Currículo. *Boletim da APPBG*, 23, 5—12.
- Fonseca, H., Brunheira, L., & Ponte, J. P. (1999). *As actividades de investigação, o professor e a aula de matemática*. Actas do ProfMat 99. Lisboa: APM.
- Fontes, M. A., & Silva, R. I. (2004). *Uma nova forma de aprender ciência: A Educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Lisboa: ASA.
- Fontana, A., & Frey, J. H. (2005). The interviewing: From neutral stance to political involvement. In N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds.), *The sage handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.
- Hancock, D. R., & Algozzine, B. (2006). *Doing case study research - A practical guide for beginning researchers*. New York and London: Teachers College Press.
- Henriques, L. L. (2002). *Acústica Musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Housecroft, C. E., & Constable, E. C. (2010). *Chemistry: An introduction to organic, inorganic and physical chemistry*. Pearson Education Limited.
- Hurd, P. H. (1997). *Scientific literacy: New minds for changing world*. Retirado em janeiro de 2012, de http://nuwrite.northwestern.edu/communities/science-writing-community/docs/science-writing-assignments-grading/general-science-writing-skills/pedagogical-articles-research-studies/on-science-literacy/Hurd_scientific%20literacy.pdf.
- Kotz, J. C., Treichel, P. M., & Weaver, G. C. (2006). *Chemistry and chemical reactivity*. Thomson Learning, Inc.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In ME (Eds.), *Cadernos didácticos de ciências* (p. 79—97). Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Martins, I. P. (Coordenadora), Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Magalhães, M. C., Simões, M. O., & Simões T. S. (2001). *Programa de Física e de Química A 10.º ou 11.º ano do curso científico-humanístico de ciência e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Martins, I., (2002). Problemas e perspetivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28—39.

- Martins, I. P. (Coordenadora), Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Magalhães, M. C., Simões, M. O., & Simões T. S. (2003). *Programa de Física e de Química A 11.º ou 12.º ano do curso científico-humanístico de ciência e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Matoso, C. (2011). *Aprender Química através de tarefas de investigação. Um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade*. Dissertação do Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Educação. Não publicada. Universidade de Lisboa.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London: Sage Publications.
- Ministério da Educação (2003). *Documento orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Lisboa: Autor.
- Monk, M., & Dillon, J. (1995). *Learning to teach science: Activities for student teachers and mentors*. London and Woshington, D. C.: Routledge Flamer.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead and Philadelphia: McGraw-Hill Open University Press.
- Mosier, A. R., Syers, J. K., & Freney, J. R. (2004). Nitrogen fertilizer: An essential component of increased food, feed and fiber production. In A. Mosier, J. Syers, & J. Freney (Eds.). *Agriculture and the nitrogen cycle: Assessing the impacts of fertilizer use on food production and environment* (pp. 3-18). New York: SCOPE.
- National Physical Laboratory (2012). *Avogadro Project*. Retirado em março de 2012, de <http://www.npl.co.uk/engineering-measurements/mass-force-pressure/mass/research/avogadro-project>.
- Nobelprize.org. (1966). *Fritz Haber - Biography*. Retirado em janeiro de 2012, de http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1918/haber.html.

- Nobelprize.org. (1920). *Fritz Haber - Nobel lecture: The synthesis of ammonia from its elements*. Retirado em janeiro de 2012, de http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1918/haber-lecture.html.
- Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In J. Osborne, & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 46 — 67). New York: McGraw-Hill Open University Press.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. London: Sage Publications Ltd.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular*, 11-34. Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., & Branco, N. (2011). Tarefas de exploração e investigação na aula de matemática. *Revista de Educação Matemática da UEPB - Universidade Estadual de Paraíba*.
- Reis, P. G. R. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. Tese de Doutoramento não publicada. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que relação?. *Interacções*, 3, 160—187.
- Sequeira, M. (2004a). Ciência, Tecnologia e Sociedade: Inter-relações e implicações para o ensino das ciências. In L. Leite (Org.), *Metodologia do Ensino das Ciências - Evolução e tendências nos últimos 25 anos* (p. 175-184). Braga: Instituto de Educação e Psicologia.
- Sequeira, M. (2004b). Cultura Científica, Progresso Social e Cidadania. In L. Leite (Org.), *Metodologia do Ensino das Ciências - Evolução e tendências nos últimos 25 anos* (p. 185-194). Braga: Instituto de Educação e Psicologia.
- Strauss, A. L. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge University Press.
- Stringer, E. T. (2007). *Action research*. London: Sage Publications.

- Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (2005). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget (Trabalho original publicado em francês em 1990).
- Lüdke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1984). *Introduction to qualitative research methods: The search for meanings*. New York: John Wiley & Sons.
- Tweed, A. (2009). *Designing effective science instruction: what works in science classrooms*. USA: NSTA.
- Trindade R. (2002). *Experiências educativas e situações de aprendizagem*. Porto: Edições ASA.
- Tuckman, B. (2005). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian (Trabalho original publicado em inglês em 1994).
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.
- Yager, R. E. (1996). History of Science/Technology/Society as reform in the United States. In R. E. Yager (Ed.), *Science/Technology/Society As reform in science education* (pp. 3-15). Albany: State University of New York Press.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and Learning about science and society*. Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne and Sydney: Cambridge University Press.

Apêndices

Apêndice A — Planificações das Aulas

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

Subunidade: O amoníaco como matéria-prima

Aula 1 Data: 27/02/2012		Duração: 90 minutos		Sumário: Realização de uma tarefa acerca dos aspetos históricos da síntese industrial do amoníaco.				
Conteúdos	Descrição metodológica	Recursos	Competências envolvidas				Atitudes	Comunicação
			Conhecimento substantivo	Conhecimento Processual	Conhecimento Epistemológico	Raciocínio		
Aspetos históricos e da natureza da Ciência na síntese industrial do amoníaco	Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; modo de trabalho (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula. Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.	Enunciado da Tarefa 1 Computador com acesso à Internet e ao <i>office</i>	Evidenciar conhecimento sobre os fenómenos em estudo nas suas múltiplas componentes	Realizar pesquisa	Discutir a natureza, as potencialidades e as limitações do empreendimento científico e as suas interações com a tecnologia, com a sociedade e com o ambiente	Analisar e interpretar a informação recolhida	Colaborar na concretização de uma tarefa comum	Utilizar corretamente a linguagem científica
Amoníaco como matéria-prima	Discussão Apresentação à turma por cada um dos grupos do guião elaborado. Cada grupo dispõe, para tal, de 5 minutos. Questionamento dos alunos.			Sistematizar a informação pesquisada		Apresentar e explicar conceitos e ideias	Manifestar tolerância	Ler os textos da pesquisa efetuada
Processo atual de obtenção industrial do amoníaco	Síntese A professora realiza um breve comentário à apresentação dos alunos. Realização da 2ª parte da tarefa — “vai mais além”. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).		Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa e resolução das tarefas propostas			Ultrapassar as dificuldades encontradas	relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões	Discutir e debater ideias em grupo
							Gerir o tempo	Apresentar ideias e argumentar

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

Subunidade: O amoníaco como matéria-prima

Aula 2 Data: 05/03/2012	Duração: 90 minutos	Sumário: Destilação fracionada do ar líquido. Realização de um debate acerca do hidrogénio como fonte de energia alternativa.					
Conteúdos	Descrição metodológica	Recursos	Competências envolvidas				
			Conhecimento substantivo	Conhecimento Processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação
Reação de síntese e de decomposição do amoníaco Azoto e hidrogénio como matérias-primas para a produção industrial do amoníaco Destilação fracionada do ar líquido e o processo de obtenção industrial do amoníaco O hidrogénio como fonte de energia	<p><i>Feedback ao trabalho dos alunos</i></p> <p><i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa</p> <p>Breve exposição relativa ao processo de destilação fracionada do ar líquido e matérias-primas para a produção industrial do amoníaco.</p> <p>Breve explicação sobre:</p> <p>a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho dos alunos</p> <p>Realização da pesquisa e preparação da argumentação. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>Discussão</p> <p>Realização da discussão.</p> <p>Síntese</p> <p>Os alunos realizam o mapa de conceitos previsto na tarefa.</p> <p>Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>	Diapositivos da Aula 2 Enunciado da Tarefa 2 Computador com acesso à Internet			Analisar e interpretar a informação recolhida Apresentar e explicar conceitos e ideias Ultrapassar as dificuldades encontradas Formular questões	Colaborar na concretização de uma tarefa comum Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões Gerir o tempo	Utilizar corretamente a linguagem científica Utilizar o potencial da Internet Ler os textos da pesquisa efetuada Utilizar o potencial da Internet Discutir e debater ideias em grupo Manifestar argumentos em defesa das suas ideias

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios						
Subunidade: O amoníaco como matéria-prima						
Aula 3 Data: 06/03/2012		Duração: 135 minutos	Sumário: Realização de uma tarefa acerca do conceito quantidade de matéria.			
Conteúdos	Descrição metodológica	Recursos	Competências envolvidas			
			Conhecimento substantivo	Conhecimento Processual	Raciocínio	Atitudes
Aspectos quantitativos das reações químicas Acerto de equações químicas Quantidade de matéria Grau pureza de um material	Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.					
	Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho(pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.	Enunciado da Tarefa 3 Balança analítica	Evidenciar o fenômenos em estudo nas suas múltiplas componentes	Ultrapassar as dificuldades encontradas Planejar uma experiência para dar resposta a um problema	Colaborar na concretização de uma tarefa comum	Utilizar corretamente a linguagem científica
	Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade. (Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações propostas pelos alunos)	Quadro e giz Computador com acesso à Internet e ao <i>office</i>	Sistematizar a informação pesquisada Resolver exercícios	Analisar as observações efetuadas à luz do correspondente quadro teórico Discutir os limites da validade da atividade realizada	Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões	Discutir e debater ideias em grupo Apresentar ideias e argumentar Apresentar e organizar as observações efetuadas
	Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos. Síntese Breve exposição sobre os conceitos abordados. Questionamento dos alunos. Resolução de exercícios. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).	Diapositivos da Aula 3	Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa e resolução das tarefas propostas	Formular conclusões	Gerir o tempo	

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

Subunidade: O amoníaco como matéria-prima

Aula 4 Data: 12/03/2012		Duração: 90 minutos	Sumário: Realização de uma tarefa acerca dos aspetos quantitativos das reações químicas e do conceito reagente limitante e em excesso.				
Conteúdos	Descrição metodológica	Recursos	Competências envolvidas				
			Conhecimento substantivo	Conhecimento Processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação
Aspetos quantitativos das reações químicas Cálculos estequiométricos Quantidade de matéria Reagente limitante e em excesso Rendimento de reações químicas	Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.			Realizar pesquisa	Planear uma experiência para dar resposta a um problema;	Colaborar na concretização de uma tarefa comum	Utilizar corretamente a linguagem científica
	Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar no final da aula.	Enunciado da Tarefa 4	Evidenciar conhecimento sobre os fenómenos em estudo nas suas múltiplas componentes	Sistematizar a informação pesquisada	Analisar as observações efetuadas à luz do correspondente quadro teórico;	Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo	Discutir e debater ideias em grupo
	Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade. (Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações dos alunos)	<i>Software Virtual Lab Simulator</i> Computador com acesso à Internet e ao <i>office</i>	Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa e resolução das tarefas propostas	Resolver exercícios	Formular conclusões;	Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões	Apresentar ideias e argumentar
	Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos. Questionamento dos alunos.	Diapositivos da Aula 4		Utilizar um <i>software</i> para simulação de um laboratório	Ultrapassar as dificuldades encontradas.	Gerir o tempo	Apresentar e organizar as observações efetuadas
	Síntese Breve exposição sobre os conceitos abordados. Resolução de exercícios. Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).						

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

Subunidade: O amoníaco, a saúde e o ambiente

Aula 5 Data: 19/03/2012	Duração: 90 minutos	Sumário: Realização de uma tarefa de jogos de papéis acerca do amoníaco, da saúde e do ambiente.					
Conteúdos	Descrição metodológica	Recursos	Competências envolvidas				
			Conhecimento substantivo	Conhecimento Processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação
Implicações para a saúde e para o ambiente da libertação de amoníaco para a atmosfera O contacto com o amoníaco no estado gasoso e em solução aquosa Segurança na manipulação do amoníaco a elevadas pressões Benefícios / desvantagens sociais e económicas da instalação de uma unidade fabril de amoníaco	<p>Feedback ao trabalho dos alunos</p> <p><i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.</p> <p>Apresentação da tarefa</p> <p>Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos e dois alunos como moderadores); documentos a entregar no final da aula.</p> <p>Trabalho do aluno</p> <p>Realização da pesquisa e preparação da argumentação. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade.</p> <p>Discussão</p> <p>Realização do jogo de papéis.</p> <p>Síntese</p> <p>A professora realiza um breve comentário à forma como decorreu o jogo de papéis. Realização da ata do jogo de papéis.</p> <p>Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).</p>	<p>Enunciado da Tarefa 5</p> <p>Computador com acesso à Internet</p>	<p>Compreender diferentes perspetivas em problemas actuais</p>	<p>Realizar pesquisa</p> <p>Sistematizar a informação pesquisada</p>	<p>Analisar e interpretar a informação recolhida</p> <p>Apresentar e explicar conceitos e ideias</p> <p>Ultrapassar as dificuldades encontradas</p> <p>Formular questões</p>	<p>Colaborar na concretização de uma tarefa comum</p> <p>Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo</p> <p>Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões</p> <p>Gerir o tempo</p>	<p>Utilizar corretamente a linguagem científica</p> <p>Utilizar o potencial da Internet</p> <p>Ler os textos da pesquisa efetuada</p> <p>Utilizar o potencial da Internet</p> <p>Discutir e debater ideias em grupo</p> <p>Manifestar argumentos em defesa das suas ideias</p>

Unidade 1 - Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios

Subunidade: O amoníaco como matéria-prima

Aula 6 Data: 20/03/2012		Duração: 135 minutos		Sumário: Realização de uma tarefa laboratorial acerca do amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum.							
Conteúdos		Descrição metodológica		Recursos		Competências envolvidas					
						Conhecimento substantivo		Conhecimento Processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação
Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso diário	Feedback ao trabalho dos alunos <i>Feedback</i> da tarefa realizada na aula anterior, apresentação da sua avaliação.			Enunciado da Tarefa 6		Evidenciar conhecimento sobre os fenómenos em estudo nas suas múltiplas componentes	Realizar pesquisa	Ultrapassar as dificuldades encontradas	Colaborar na concretização de uma tarefa comum	Utilizar corretamente a linguagem científica	
	Apresentação da tarefa Início da aula com uma breve explicação sobre: a tarefa a realizar; os critérios de avaliação da mesma; o modo de trabalho dos alunos (pequeno grupo 3 a 5 elementos); documentos a entregar.			Material de laboratório de química diverso e reagentes		Recolher e registar as observações de forma organizada	Planear uma experiência para dar resposta a um problema	Demonstrar curiosidade face ao assunto em estudo	Manifestar tolerância relativamente aos colegas e às suas diferentes opiniões	Discutir e debater ideias em grupo	
	Trabalho dos alunos Resolução da tarefa. Os grupos trabalham de forma autónoma com a orientação da professora, sempre que se verifique essa necessidade. (Durante este momento realiza-se uma discussão coletiva das planificações dos alunos.)			Computador com acesso à Internet e ao <i>office</i>		Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental	Analisar as observações efetuadas à luz do correspondente quadro teórico	Gerir o tempo	Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e de equipamentos	Apresentar ideias e argumentar	
Perigos no manuseament o do amoníaco	Discussão Discussão coletiva dos resultados obtidos. Questionamento aos alunos.					Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa e resolução das tarefas propostas	Executar com correção as técnica utilizadas	Discutir os limites da validade da atividade realizada	a segurança é fundamental na manipulação de material e de equipamentos	Apresentar e organizar as observações efetuadas	
	Síntese <i>Feedback</i> da tarefa realizada. Cada grupo elabora um relatório da atividade desenvolvida (em casa). Reflexão individual acerca da tarefa desenvolvida (em casa).							Formular conclusões	Adotar atitudes e comportamentos de segurança adequados à manipulação de produtos amoniacaais comerciais		

Apêndice B — Recursos Educativos de Apoio às Aulas: Tarefas

Agrupamento de Escolas ----

Física-Química A – 11º Ano

Ano Letivo: 2011/12

Professora: Vanessa Figueiredo

Duração da Tarefa: 90 minuto

Data: 27/02/2012

Parte I



Em 2011 comemorou-se o 100.º aniversário da fundação do *Kaiser Wilhelm Institute* — Instituto de Física, Química e Electroquímica — precursor do atual *Fritz Haber Institute*. Este instituto deve o seu nome ao químico alemão, laureado com o prémio Nobel da Química em 1918, que foi diretor do mesmo entre 1911 a 1933.¹

A importância do trabalho de Fritz Haber (1868-1934) deveu-se ao desenvolvimento da síntese do amoníaco a partir dos seus elementos constituintes. Paralelamente a este estudo, Carl Bosch (1874-1940), um engenheiro químico colega de Haber, desenha o processo industrial catalítico de altas pressões e altas temperaturas. O trabalho dos dois químicos deu origem ao processo Haber-Bosch para a produção de amoníaco, ainda hoje utilizado como único meio de produção desta substância.²

Dada a importância do trabalho desenvolvido por Haber e Bosch, o *Fritz Haber Institute* pretende prestar-lhes uma homenagem. Para isso, vão realizar um documentário, tendo decidido abrir um concurso para selecionar o melhor guião para o documentário. Aceitem este desafio e façam parte da equipa que pretende participar no concurso.

1. Listem os tópicos que pretendem abordar.
2. Pesquisem no manual e na Internet informações que vos permitam escrever o guião.
3. Leiam com atenção a informação recolhida.
4. Elaborem o guião e selecionem as imagens a utilizar.
5. Apresentem o vosso guião à turma.

¹ - Adaptado de: <http://www.fhi-berlin.mpg.de/centenary/index.php>

² - Adaptado de: Martins et al. (2003). Programa de Física e de Química A 11º ou 12º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciência e Tecnologias. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Parte II - Vai mais além ...

6. Escrevam um pequeno comentário ao excerto desta notícia.

Cientista português desenvolve novo processo para a produção industrial do amoníaco

Uma cientista portuguesa apresentou esta semana, na feira internacional de processos industriais de Groningen, o seu mais recente trabalho acerca de uma nova tecnologia para produção industrial de amoníaco. Segundo a cientista, esta nova tecnologia reside num novo catalisador com base em enzimas (...).

Excerto retirado em junho de 2011 de:
Jornal da Indústria e da Tecnologia

Parte III - Reflita ...

7. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
8. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
9. Indique o que achou mais interessante.
10. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

Agrupamento de Escolas ---

Física-Química A – 11º Ano

Ano Letivo: 2011/12

Professora: Vanessa Figueiredo

Duração da Tarefa: 70 minutos

Data: 05/03/2012

PRÓS E CONTRAS

Será o hidrogénio uma fonte de energia para o futuro?

A atual Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) define uma agenda para a competitividade, o crescimento e a diminuição da dependência energética do País. Apostando nas energias renováveis, na promoção da eficiência energética, na segurança do abastecimento energético e na sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético nacional. Pretende, ainda, contribuir para a redução de emissões de CO₂¹.

A utilização do hidrogénio como fonte de energia é uma das alternativas aos combustíveis fósseis que é tida em conta na ENE 2020, como qualquer recurso energético, a sua produção e utilização, apresenta vantagens e desvantagens.



Esta tarefa tem como objetivo a realização de um debate acerca dos prós e contra da utilização desta fonte de energia alternativa.

Basem os vossos argumentos nos diferentes processos atualmente utilizados para produção do hidrogénio e nas suas aplicações, tendo em conta os aspetos ambientais, custos de matérias-primas, energia e rendimento das reações.

¹ Adaptado de: Política Energética. Direcção Geral de Energia e Geologia. Retirado em janeiro de 2012 de <http://www.dgge.pt/>

1. Pesquisem na Internet informação acerca do tema em causa, para que possam participar no debate de forma esclarecida. Podem usar os sites que se seguem:

<http://www.newenergy.is/en/preparh2/>

<http://www.h2eco.org/>

<http://www.airliquide.pt/pt/as-suas-necessidades-sao/o-hidrogenio-como-vector-energetico.html>

<http://www.bbc.co.uk/news/business-14979817>

http://www.iea.org/techno/iaresults.asp?id_ia=23

<http://www.airliquide.pt/pt/produtos-e-servicos/condicoes-gerais-de-fornecimento-de-gases-acondicionados.html>

2. Leiam com atenção a informação recolhida.

3. Sublinhem as expressões ou palavras que não conhecem e procurem o seu significado.

4. Preparem a vossa argumentação. Pensem em possíveis questões que os colegas que assumiram diferentes papéis possam vir a fazer. Elaborem um conjunto de questões para colocarem aos elementos que assumiram uma posição diferente da vossa.

5. Realizem um debate.

6. Elaborem um mapa de conceitos que vos permita sistematizar os diferentes processos de produção do hidrogénio, bem como as suas vantagens e desvantagens.

REFLITA ...

7. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.

8. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.

9. Indique o que achou mais interessante.

10. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

Agrupamento de Escolas ---

Física-Química A – 11º Ano

Ano Letivo: 2011/12

Professora: Vanessa Figueiredo

Duração da Tarefa: 60 minuto

Data: 06/03/2012

Qual a quantidade de giz,
em mole, necessária para
escreverem os vossos
nomes no quadro?

Parte I

1. Pesquisem o significado científico de *mole*.
2. Resumam a informação recolhida num pequeno texto.
3. Planeiem uma atividade que vos permita responder à questão colocada.
4. Partilhem e discutam com a turma a vossa planificação antes de a realizarem.
5. Realizem a atividade de acordo com o plano que delinearam.
6. Registem as observações efetuadas.
7. Tirem conclusões.
8. Indiquem as limitações da atividade realizada.

Parte II - Reflita ...

9. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
10. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
11. Indique o que achou mais interessante.
12. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

Agrupamento de Escolas ---

Física-Química A – 11º Ano

Ano Letivo: 2011/12

Professora: Vanessa Figueiredo

Duração da Tarefa: 90 minuto

Data: 12/03/2012



A forte poluição dos rios do Bangladesh levou à procura de novos locais para captação de água para consumo. As UN - Nações Unidas - apoiaram este projeto através da construção de infraestruturas que permitiram captar água subterrânea, supostamente

potável. Nesta água de aspeto limpo, incolor, inodoro e insípida, veio-se a detetar, em 1993, a presença de uma substância considerada venenosa: o arsénio. Foram então detectadas concentrações na água, acima dos 50 $\mu\text{g/l}$, enquanto que a WHO - World Health Organization - recomenda como limite máximo 10 $\mu\text{g/l}$.

Uma vez que a água dos poços tem um aspeto límpido e apresentando os rios sinais visíveis de poluição, torna-se difícil convencer a população que a água dos rios é mais inofensiva do que a subterrânea.

A possível origem da elevada concentração de arsénio, nos solos do Bangladesh, é alvo de várias teorias. A mais sustentada, defende que este fenómeno teve origem na formação da Terra. Como na massa de um bolo antes de ser batida, os elementos constituintes da Terra não foram uniformemente distribuídos aquando da sua formação. Muitos elementos apresentam concentrações mais elevadas em determinados locais. No caso dos metais preciosos, como o ouro, ou dos combustíveis, como o carvão, é benéfico porque contribuem para a riqueza dos países que os possuem, mas no caso do arsénio é trágico.

Quando a água flui através do solo, parte do arsénio aí presente é transferido para a água dissolvendo-se nesta. Embora a preocupação maior seja a contaminação da água, a análise dos solos é um importante ponto de referência¹.

¹ Adaptado de: Bangladesh Arsenic Poisoning Scenario. Retirado em fevereiro de 2012 de <https://oli.web.cmu.edu>

Imaginem que fazem parte de uma missão da WHO que pretende fazer um levantamento desta situação. Para tal, recolheram duas amostras de solo para análise.

1. Planeiem uma atividade que vos permita, através da aplicação “Virtual Lab Simulator”, determinar a concentração de arsénio presente nas amostras recolhidas.

Nota: No menu “file” abram “Load Homework”, escolham a pasta “Quantitativa Analysis” e dentro desta selecionem “Gravimetric Determination of Arsenic”.

Nas amostras disponíveis no “Virtual Lab Simulator”, todo o arsénio presente em 1,00 Kg de amostra de solo encontra-se na forma de arsenato (AsO_4^{3-}).

2. Realizem a atividade de acordo com o plano que delinearam.
3. Registem as observações efetuadas.
4. Escrevam a equação que traduz a reação química que permite converter o AsO_4^{3-} , presente nas amostras, em arsénio.
5. Determinem a quantidade de arsénio em mole presente nas amostras.
6. Determinem a % em massa de As presente nas amostras.
7. Comparem com o valor referência da WHO.
8. Pesquisem acerca do conceito científico de reagente limitante e reagente em excesso.
9. Elaborem um mapa de conceitos com a informação recolhida.
10. Descrevam como poderiam identificar, na atividade anteriormente realizada, o reagente em excesso e o reagente limitante.
11. Testem no “Virtual Lab Simulator” as vossas ideias.
12. Tirem conclusões.

Reflita ...

13. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
14. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
15. Indique o que achou mais interessante.
16. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

UMA FÁBRICA DE PRODUÇÃO DE AMONÍACO NO NOSSO CONCELHO?

¹ No concelho onde vives está em fase de discussão a instalação de uma fábrica para a produção de amoníaco. A Assembleia Municipal decidiu que seria importante ouvir as várias partes interessadas no processo e convocou uma reunião extraordinária para debater o assunto. Esta tarefa tem como objetivo a realização desse debate. Cada grupo escolhe, dos papéis em baixo indicados, o que gostaria de representar.

Papel	Objetivo
Administrador do grupo que pretende instalar a fábrica	Instalação da fábrica
Presidente da Autarquia	Defesa dos interesses do concelho
Delegado de Saúde	Defesa e promoção da saúde pública
Membro de uma associação de proteção da natureza	Preservação ambiental

1. Pesquise na Internet informação acerca do tema em causa, para que possam participar no debate de forma esclarecida.
2. Leiam com atenção a informação recolhida.
3. Sublinhem as expressões ou palavras que não conhecem e procurem o seu significado.

¹ Tarefa adaptada de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

4. Preparem a vossa argumentação. Pensem em possíveis questões que os colegas que assumiram diferentes papéis possam vir a fazer. Elaborem um conjunto de questões para colocarem aos elementos que assumiram uma posição diferente da vossa.
5. Realizem um debate.
6. Elaborem uma ata do debate que descreva as principais ideias discutidas face à questão colocada.

REFLITA ...

7. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
8. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
9. Indique o que achou mais interessante.
10. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

Agrupamento de Escolas ---

Física-Química A – 11º Ano

Ano Letivo: 2011/12

Professora: Vanessa Figueiredo

Duração da Tarefa: 135 minutos

Data: 20/03/2012

Será Amoníaco?

Parte I

¹Se observarmos com atenção a publicidade que nos rodeia no nosso dia a dia poderemos ver alguns exemplos como estes:



Mas afinal o que terão em comum estes dois produtos?

¹ Tarefa adaptada de: Ministério da Educação (2003). *Programa de Física e de Química A 11º ou 12º ano do Curso Científico-Humanístico de Ciência e Tecnologias*. Lisboa: Autor.

1. Comparem e analisem rótulos de embalagens de alguns destes produtos.
2. Pesquisem informação relativa à sua composição e segurança.
3. Planifiquem uma atividade que vos permita identificar a presença de amoníaco, ou compostos de amónio, nos produtos que pesquisaram. Para tal, realizem uma pesquisa, utilizando a Internet e o vosso manual.
4. Partilhem e discutam com a turma a vossa planificação antes de a realizarem.
5. Realizem a atividade de acordo com o plano que delinearam.
6. Registem as observações efetuadas.
7. Tirem conclusões.
8. Indiquem as limitações dos testes realizados.
9. Comuniquem e discutam a informação recolhida com a turma.
10. Elaborem um relatório da atividade que realizaram.

Parte III - Reflita ...

11. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
12. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
13. Indique o que achou mais interessante.
14. Refira como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? O que funcionou pior? E melhor? O que tem de alterar definitivamente...)

Apêndice C — Instrumentos de Avaliação

Competências					Grelha de Avaliação - Apresentação à turma do guião do documentário ⁶				
Conhecimento		R	C	A	Critérios	Descritores			
S	P					1	2	3	4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Correção científica	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Apresentação com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Apresentação sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos ou das informações.	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interpretação da informação	A informação apresentada é escassa e não revela interpretação.	Apresentam alguma informação relevante, mas sem elaborar raciocínio a partir dela.	Apresenta informação variada, baseada em conhecimento científico, evidenciando alguma análise das situações.	Apresenta informação variada e baseada em conhecimento científico, evidenciando criatividade e análise das situações observadas.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Articulação entre os elementos do grupo	Não existe qualquer articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação desorganizada.	Fraca articulação entre os vários elementos do grupo. Torna-se evidente que alguns deles não preparam a apresentação.	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo. Contudo, algum dos elementos não preparou a apresentação com os restantes.	Excelente articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação lógica e extremamente bem organizada.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clareza e objetividade	Exposição pouco clara, pouco objetiva e sem evidência dos aspetos fundamentais.	Exposição clara, mas pouco objetiva. Foram apresentados muitos aspetos supérfluos.	Exposição clara, mas com alguns aspetos supérfluos.	Exposição clara, objetiva e com evidência dos aspetos fundamentais.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gestão do tempo	Não respeita o tempo por excesso ou por defeito.	A apresentação ultrapassa consideravelmente o período temporal que lhe estava destinado.	A apresentação ultrapassa ligeiramente o período temporal que lhe estava destinado.	Ótima gestão do tempo disponível.

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Grelha de Avaliação - Prós e Contras*					Descritores			
Competências					Critérios			
Conhecimento		P	R	C	A	1		
S						2	3	4
<input type="checkbox"/>	Qualidade da pesquisa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recolhe pouca informação relacionada com o tema.	A informação recolhida está relacionada com o tema.	A informação recolhida está relacionada com o tema e levanta outros fatores interessantes.
<input type="checkbox"/>	Qualidade da argumentação	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Preparação deficiente e incapacidade para defender a posição assumida.	Boa preparação, mas revela alguma incapacidade para defender a posição assumida.	Excelente preparação e boa capacidade para defender a posição assumida.
<input type="checkbox"/>	Correção do discurso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dificuldades de discurso e incorreções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica.	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e de linguagem científica.	Discurso muito bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e utilização correta da linguagem científica.
<input type="checkbox"/>	Clareza e objetividade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposição pouco clara, pouco objetiva e sem evidência dos aspetos fundamentais.	Exposição com alguma falta de clareza e objectividade ou com apresentação de muitos aspetos supérfluos.	Exposição clara, objetiva e com evidência dos aspetos fundamentais.
<input type="checkbox"/>	Atenção às explicações do professor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Não revela atenção e fala constantemente prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela pouca atenção e por vezes fala prejudicando o bom funcionamento da aula.	Está atento e revela atenção e por vezes coloca perguntas pertinentes.
<input type="checkbox"/>	Respeito pelos colegas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Não está atento e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Está pouco atento e por vezes fala quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Está atento, ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes.

* Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Grelha de Avaliação - Elaboração do Mapa de Conceitos °											
Competências				Critérios	Descritores						
Conhecimento		R	C		A						
S	P										
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Correção científica	Várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	2	3	4	Sem incorreções e reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Relevância do conteúdo	O conteúdo não é relevante.	O conteúdo é pouco relevante e as principais ideias do debate não são apresentadas de forma clara.	O conteúdo é relevante, mas as principais ideias do debate não são apresentadas de forma clara.	O conteúdo é relevante e apresenta de forma clara as principais ideias do debate.		O conteúdo é relevante e apresenta de forma clara as principais ideias do debate.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Organização dos conceitos	Apresenta de forma desorganizada e incompleta ao nível dos conteúdos abordados no debate.	Apresenta de forma organizada, mas incompleta ao nível dos conteúdos abordados no debate.	Apresenta de forma pouco organizada todos os conteúdos abordados no debate.	Apresenta de forma organizada e clara todos os conteúdos abordados no debate.		Apresenta de forma organizada e clara todos os conteúdos abordados no debate.

* Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Competências					Grelha de Avaliação - Tarefa: Quantidade de Matéria *			
Conhecimento		Critérios			Descritores			
S	P	R	C	A	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plano pouco eficaz. Grande necessidade de ajuda ou não apresenta qualquer planificação.	Plano eficaz, mas a necessitar de reformulações. Não considera variáveis, ou limitações importantes.	Plano eficaz, mas na sua apresentação omite algum material a utilizar ou alguns dos procedimentos.	Plano de investigação claro, conciso, completo.
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observação e medições realizadas de forma incorreta, mesmo quando dadas orientações para tal. Necessidade de grande acompanhamento.	Capacidade de observar e de medir, mas com alguma dificuldade em utilizar instrumentos, precisando de orientação.	Observações e medições correctas, mas sem correcção de precisão e unidade.	Faz observações e medições de uma forma consistente, com correcção de precisão e unidade. Utiliza correctamente os instrumentos necessários.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alguma desorganização e ou dados difíceis de ler e ou omissão de alguns dados.	Com alguma organização em tabelas, alguns dispersos.	Organizados, por vezes, em tabelas e fáceis de ler.	Bem organizados, categorizados, em tabelas e fáceis de ler.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incapacidade para ir além dos dados recolhidos	Capacidade para organizar os dados quando são dadas indicações explícitas.	Capacidade de interpretar os dados e apresentar conclusões.	Capacidade de sintetizar observações e dados de forma correta e consistente.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interpretação das limitações da atividade realizada	Interpretação incompleta e com alguns incorrekções	Interpretação incompleta, mas sem incorrekções.	Interpretação completa e concisa.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Correção científica	Algumas incorrekções ao nível dos conceitos e/ou ausência ou incorrekções em algumas unidades.	Sem qualquer incorrekção ao nível dos conceitos e ou unidades.	Excelente domínio de conceitos científicos, e da apresentação de unidades.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gestão do tempo	Não conclui a tarefa dentro do tempo estipulado.	Conclui a tarefa, mas a qualidade do trabalho é muito afectada pela incorreta gestão do tempo.	Gere bem o tempo e assegura a conclusão da tarefa dentro do tempo sem comprometer a qualidade do trabalho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Atenção às explicações do professor	Não revela atenção e fala constantemente prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela pouca atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento e revela atenção e por vezes coloca perguntas pertinentes.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Respeito pelos colegas	Não está atento e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento, ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes.

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Competências					Grelha de Avaliação - Tarefa: Arsénio na água de consumo do Bangladesh *			
Conhecimento		Critérios			Descritores			
S	P	R	C	A	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plano pouco eficaz. Grande necessidade de ajuda ou não apresenta qualquer planificação.	Plano eficaz, mas a necessitar de reformulações. Não considera variáveis, ou limitações importantes.	Plano eficaz, mas na sua apresentação omite algum material a utilizar ou alguns dos procedimentos.	Plano de investigação claro, conciso, completo.
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observação e medições realizadas de forma incorreta, mesmo quando são dadas orientação para tal. Necessidade de grande acompanhamento.	Capacidade de observar e de medir, mas com alguma dificuldade, precisando de orientação.	Observações e medições correctas, mas apresentas de forma desorganizada.	Faz observações e medições de uma forma consistente e apresentas de forma organizada e fácil de ler.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Análise da Situação de Aprendizagem	Capacidade para organizar os dados quando são dadas indicações explícitas.	Capacidade para organizar e interpretar os dados e apresentar conclusões.	Capacidade de sintetizar observações e dados de forma correta e consistente.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conclusões	Apresenta algumas conclusões que revelam raciocínio lógico, mas respondem de forma muito incompleta ao problema proposto.	Apresenta conclusões que revelam raciocínio lógico, mas respondem de forma incompleta ao problema proposto.	Apresenta todas as conclusões, relevam raciocínio lógicos e respondem ao problema proposto.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Correção Científica	Várias incorreções ao nível dos conceitos e ou ausência de unidades.	Sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos e ou unidades.	Excelente domínio de conceitos científicos, e da apresentação de unidades.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Elaboração de uma mapa de conceitos	Apresenta de forma desorganizada e incompleta ao nível dos conteúdos ou não elabora.	Apresenta de forma pouco organizada todos os conteúdos.	Apresenta de forma organizada e clara todos os conteúdos.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gestão do tempo	Não conclui a tarefa dentro do tempo estipulado.	Conclui a tarefa, mas a qualidade da mesma é muito afectada pela incorreta gestão do tempo.	Gere bem o tempo e assegura a conclusão da tarefa dentro do tempo sem comprometer a qualidade do trabalho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Atenção às explicações do professor	Não revela atenção e fala constantemente prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela pouca atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento e revela atenção e por vezes coloca perguntas pertinentes.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Respeito pelos colegas	Não está atento e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento, ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes.

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Competências					Grelha de Avaliação - Jogo de Papéis*			
Conhecimento					Descritores			
S	P	R	C	A	Critérios			
					1	2	3	4
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A informação recolhida não está relacionada com o tema proposto ou é incorreta.	Recolhe pouca informação relacionada com o tema.	A informação recolhida está relacionada com o tema.	A informação recolhida está relacionada com o tema e levanta outros fatores interessantes.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de preparação para defender a posição assumida.	Preparação deficiente e incapacidade para defender a posição assumida.	Boa preparação, mas revela alguma incapacidade para defender a posição assumida.	Excelente preparação e boa capacidade para defender a posição assumida.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dificuldades de discurso e incorreções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica.	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e de linguagem científica.	Discurso razoavelmente bem articulado e poucas incorreções gramaticais ou de pronúncia e de linguagem científica.	Discurso muito bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e utilização correta da linguagem científica.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposição pouco clara, pouco objetiva e sem evidência dos aspetos fundamentais.	Exposição com alguma falta de clareza e objetividade ou com apresentação de muitos aspetos supérfluos.	Exposição clara, com evidência dos aspetos fundamentais, mas por vezes com alguma falta de objetividade.	Exposição clara, objetiva e com evidência dos aspetos fundamentais.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposição nada criativa ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.	Exposição pouco criativa ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.	Exposição com vários aspetos criativos ao nível da metodologia e dos materiais utilizados.	Exposição muito criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Não revela atenção e fala constantemente prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela pouca atenção e por vezes fala prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento e revela atenção e por vezes coloca perguntas pertinentes.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Não está atento e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Está pouco atento e por vezes fala quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento, ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes.

* Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Competências					Grelha de Avaliação - Ata do Jogo de papéis *			
Conhecimento		Critérios			Descritores			
S	P	R	C	A	1	2	3	4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Sem incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Sem incorreções e reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	O conteúdo não é relevante.	O conteúdo é pouco relevante e as principais ideias do debate não são apresentadas de forma clara.	O conteúdo é relevante, mas as principais ideias do debate não são apresentadas de forma clara.	O conteúdo é relevante e apresenta de forma clara as principais ideias do debate.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Relevância do conteúdo	Suficiente; alguns erros ortográficos, frases simples.	Adequada; poucos erros ortográficos e frases de tamanho variado.	Excelente discurso; sem erros ortográficos e frases de tamanho variado.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Linguagem	Pobre; muitos erros ortográficos		

* Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

* Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Avaliação - Trabalho do Grupo em Laboratório*									
Competências				Critérios					
Conhecimento		A		C		R		4	
S	P	R	A	3					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Atenção às explicações do professor	Não revela atenção e fala constantemente prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela pouca atenção e por vezes fala prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento e revela atenção e por vezes coloca perguntas pertinentes.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Respeito pelos colegas	Não está atento e fala constantemente quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Está pouco atento e por vezes fala quando os colegas estão a intervir, prejudicando o bom funcionamento da aula.	Revela alguma atenção, por vezes distrai-se, mas não prejudica o bom funcionamento da aula.	Está atento, ouve os colegas e por vezes coloca perguntas pertinentes.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gestão do Tempo	Não conclui a tarefa dentro do tempo estipulado.	Conclui a tarefa,mas a qualidade da mesma é afectada pela incorreta gestão do tempo.	Conclui a tarefa, sem comprometer a qualidade da mesma, mas tem de ser orientado pelo professor.	Gere bem o tempo e assegura a conclusão da tarefa dentro do tempo sem comprometer a qualidade do trabalho	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tomada de Decisões	Não respeita as regras de trabalho em laboratório e não traz o equipamento necessário.	Respeita algumas as regras de trabalho em laboratório, mesmo quando chamado à atenção e não traz o equipamento necessário.	Respeita as regras de trabalho em laboratório traz o equipamento necessário, mas por vezes têm de ser orientado pelo professor.	Respeita as regras de trabalho em laboratório e traz o equipamento necessário.	

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Apêndice D — Cartas de Autorização

Carta ao Encarregado de Educação

Exmo(a). Sr(a). Encarregado de educação,

Com o objetivo de desenvolver o meu relatório da prática de ensino supervisionada, no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e da Química da Universidade de Lisboa, venho por este meio solicitar autorização para realizar o meu estudo na turma do seu educando. Neste sentido será necessário proceder ao registo de alguns momentos das aulas e a realização de uma entrevista em grupo, ambos com utilização de suporte áudio. Saliento que todas as questões éticas e de confidencialidade serão salvaguardadas.

Espero a vossa compreensão e no caso de necessitar de mais esclarecimentos, por favor, entre em contato comigo, através da diretora de turma, e coloque as questões que considere pertinentes.

Lisboa, 24 de fevereiro de 2012

Com os melhores cumprimentos,

A professora

Vanessa Figueiredo

Eu, _____, Encarregado de Educação do(a) aluno(a) _____, nº __, da turma B, do 11º ano, autorizo/não autorizo o meu educando a participar neste estudo para o relatório da prática de ensino supervisionada da professora Vanessa Figueiredo, no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e da Química.

Ass. Enc. Educ.

___/___/2012

Apêndice E — Guião da Entrevista em Grupo Focado

Guião da Entrevista em Grupo Focado

Que estratégias utilizaram durante a realização das tarefas propostas nas aulas de Química?

O que aprenderam? Como aprenderam?

Que dificuldades encontraram? Como as ultrapassaram?

Como avaliam as tarefas realizadas?

Qual a tarefa que acharam mais interessante? Porquê?

E a menos interessante? Porquê?

O que mudavam nas tarefas?

Acham que as tarefas realizadas ajudaram a relacionar a ciência com a tecnologia, a sociedade e o ambiente?